

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-304739

(43)Date of publication of application : 22.11.1996

(51)Int.Cl.

G02B 27/28  
G02F 1/13  
G02F 1/1335  
H04N 5/74  
H04N 9/31

(21)Application number : 08-034127

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 21.02.1996

(72)Inventor : ITO YOSHITAKA  
KOMENO KUNIO

(30)Priority

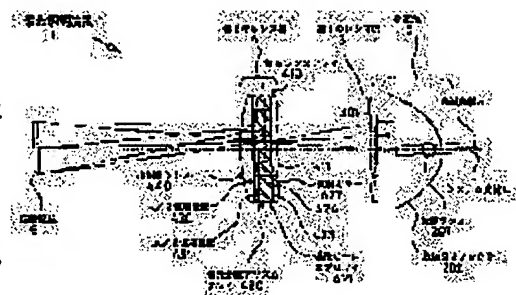
Priority number : 07 50175 Priority date : 09.03.1995 Priority country : JP

## (54) POLARIZED LIGHT ILLUMINATOR AND PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To constitute a miniaturized and compact polarized light illuminator where an integrator optical system and a polarized light conversion optical system are combined and whose light utilization efficiency is high.

CONSTITUTION: This polarized light illuminator 1 is provided with a light source part 2 emitting light whose polarization direction is random, a 1st lens plate 3 constituted of plural rectangular condenser lenses whose outside shape is rectangular and condensing the light emitted from the light source so that plural secondary light source images may be formed, and a 2nd lens plate 4 placed near a position where the plural secondary light source images are formed and equipped with a condenser lens array, a polarized light separation prism array 420, a  $\lambda/2$  phase difference plate 430, and an emitting side lens 440. In a stage where the minute secondary light source image is formed by the 1st lens plate 3 constituting the integrator optical system, polarized light is separated. Therefore, since the spatial spread of an optical path associated with the separation of the polarized light is restrained, the illuminator 1 is miniaturized though it is provided with the polarized light conversion optical system.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The 1st lens plate for the polarization direction to consist of two or more rectangle condenser lenses which have the light source section which carries out outgoing radiation of the random light, and a rectangle-like appearance, condense the light by which outgoing radiation is carried out from said light source section, and form two or more secondary light source images, It is placed near the location in which said two or more secondary light source images are formed. A condenser lens array, It has a polarization separation prism array,  $\lambda/2$  phase-contrast plate, and the 2nd lens plate equipped with the outgoing radiation side lens. Said condenser lens array consists of two or more condenser lenses. Said polarization separation prism array Divide a random polarization light into P polarization light and S polarization light, and it consists of two or more polarization beam splitters and two or more reflective mirrors. It is the polarization lighting system characterized by arranging the aforementioned  $\lambda/2$  phase-contrast plate at the outgoing radiation side side of said polarization separation prism array, and arranging said outgoing radiation side lens at the outgoing radiation side side of the aforementioned  $\lambda/2$  phase-contrast plate.

[Claim 2] Said condenser lens which constitutes said 2nd lens plate in claim 1 is a polarization lighting system characterized by being said rectangle condenser lens and analog which constitute said 1st lens plate.

[Claim 3] Two or more aforementioned polarization beam splitters which constitute said 2nd lens plate in claim 1 are polarization lighting systems characterized by being set as the dimension configuration corresponding to the magnitude and the configuration of said secondary light source images which are formed as said rectangle condenser lens which constitutes said 1st lens plate be alike, respectively.

[Claim 4] Said condenser lens which constitutes said 2nd lens plate in claim 3 is a polarization lighting system characterized by being set as the dimension configuration corresponding to the magnitude and the configuration of said secondary light source images which are formed as said rectangle condenser lens which constitutes said 1st lens plate be alike, respectively.

[Claim 5] The polarization lighting system characterized by arranging the deflection lens between said light source section and said 1st lens plate in claim 1 thru/or which term of 4.

[Claim 6] It is the polarization lighting system characterized by uniting said deflection lens with said 1st lens plate in claim 5.

[Claim 7] At least one of said rectangle condenser lenses which constitute said 1st lens plate in claim 1 thru/or which term of 4 is the polarization lighting system characterized by being the lens of an eccentric system.

[Claim 8] At least one of said condenser lenses which constitute said condenser lens array of said 2nd lens plate in claim 1 thru/or which term of 4 is the polarization lighting system characterized by being an eccentric system lens.

[Claim 9] The polarization lighting system characterized by omitting said outgoing radiation side lens which is the component of said 2nd lens plate by adjusting the eccentricity of said eccentric system lens of said condenser lens array at least in claim 8.

[Claim 10] The polarization lighting system characterized by arranging in claim 1 thru/or which term of 4 in the location where only the amount of the one half of the breadth of said polarization beam splitter carried out the parallel displacement of the optical axis of said light source section, and said 1st lens plate to the system optical axis.

[Claim 11] The breadth of said condenser lens which constitutes said condenser lens array of said 2nd lens plate in claim 1 thru/or which term of 10 is a polarization lighting system characterized by being equal to the breadth of said polarization beam splitter.

[Claim 12] It is the polarization lighting system characterized by forming the aforementioned  $\lambda/2$  phase-contrast plate with TN (Twisted Nematic) liquid crystal in claim 1 thru/or which term of 11.

[Claim 13] Said polarization separation prism array is a polarization lighting system characterized by having the square pole-like prism composition object with which the reflective film was formed in the interior as said reflective mirror

while having the square pole-like prism composition object with which said polarization demarcation membrane was formed in the interior as said polarization beam splitter in claim 1 thru/or which term of 12.

[Claim 14] Said prism composition object with which said polarization demarcation membrane was formed in claim 13, and said prism composition object with which said reflective mirror was formed are a polarization lighting system characterized by being arranged by the single tier in the direction of a right angle to said system optical axis.

[Claim 15] Said prism composition object with which said polarization demarcation membrane was formed in claim 14, and said prism composition object with which said reflective mirror was formed are a polarization lighting system characterized by being arranged so that each of said polarization demarcation membrane may serve as whenever [ almost same tilt-angle ] to said system optical axis while being arranged by turns in the direction of a right angle to said system optical axis.

[Claim 16] Said prism composition object with which said polarization demarcation membrane was formed in claim 14, and said prism composition object with which said reflective mirror was formed are a polarization lighting system with which it is characterized by arranging each of said polarization demarcation membrane by whenever [ symmetrical tilt-angle ] to the optical axis concerned on both sides of said system optical axis while being arranged in the direction of a right angle to said system optical axis.

[Claim 17] In the projection mold display which has the modulation means equipped with the liquid crystal light valve in which the polarization light contained in the flux of light from a polarization lighting system and this polarization lighting system is modulated, and image information is included, and the projection optical system which indicates the modulation flux of light by projection on a screen Said polarization lighting system consists of two or more rectangle condenser lenses which have the light source to which the polarization direction carries out outgoing radiation of the random light, and a rectangle-like appearance, and condenses the light by which outgoing radiation is carried out from said light source. It is placed near the location in which the 1st lens plate and said two or more secondary light source images for forming two or more secondary light source images are formed. It has the 2nd lens plate equipped with the condenser lens array, the polarization separation prism array, the outgoing radiation side lens, and the  $\lambda/2$  phase-contrast plate. It is what said condenser lens array consists of two or more condenser lenses, and divides polarization light with said random polarization separation prism array into P polarization light and S polarization light. It is the projection mold display which consists of two or more polarization beam splitters and two or more reflective mirrors, and is characterized by arranging the aforementioned  $\lambda/2$  phase-contrast plate at the outgoing radiation side side of a polarization separation prism array.

[Claim 18] The projection mold display characterized by to be given on a screen a projection indication of the synthetic flux of light which has further a colored-light separation means divide the flux of light from said polarization lighting system into the two or more flux of lights, and a colored-light composition means compound the modulation flux of light after becoming irregular with said modulation means, in claim 17, and was acquired by the colored-light composition means concerned through said projection optical system.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION****[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention relates to the polarization lighting system which illuminates a rectangular lighting field etc. to homogeneity using the polarization light which arranged the polarization direction. Moreover, this invention relates to the projection mold display which modulates the polarization light by which outgoing radiation was carried out from this polarization lighting system with a liquid crystal light valve, and carries out the enlarged display of the image on a screen.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** The integrator optical system using two lens plates as optical system which illuminates the lighting field of the rectangle of a liquid crystal light valve etc. to homogeneity is known from before. Integrator optical system is indicated by JP,3-111806,A and is already put in practical use as a lighting system of the projection mold display using a liquid crystal light valve.

**[0003]** Integrator optical system is theoretically the same as that of what is used for the exposure machine, and it divides the flux of light from the light source with two or more rectangle condenser lenses which constitute the 1st lens plate, and it is made it to carry out superposition image formation on one lighting field through the 2nd lens plate of a configuration of having had the condenser lens group corresponding to each rectangle condenser lens for the image (light source image) started with each rectangle condenser lens. In this optical system, while the utilization effectiveness (lighting effectiveness) of light source light improves, luminous-intensity distribution which illuminates a liquid crystal light valve can be made into about 1 appearance.

**[0004]** On the other hand, in the common projection mold display using the liquid crystal light valve of the type which modulates polarization light, since only one kind of polarization light can be used, the abbreviation one half of the light from the light source which emits a random polarization light is not used. Then, the proposal which raised the utilization effectiveness of light is made by making available light which is not used. A typical example is EURODISPLAY. '90 The polarization conversion optical system which is indicated by 67 pages from 64 pages of PROCEEDINGS, and was mainly equipped with the polarization beam splitter, and the  $\lambda/2$  phase-contrast plate like is used. In a liquid crystal light valve, polarization conversion optical system changes the polarization light of the class which cannot be used into the polarization light of a class which can use the liquid crystal light valve concerned, and raises the utilization effectiveness of light source light.

**[0005]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]** Here, it is possible by combining above-mentioned integrator optical system and polarization conversion optical system to raise further the utilization effectiveness of the light from light source light. However, when these are combined simply, the breadth of the whole optical system will be expanded twice [ about ]. For this reason, unless the projection lens of the diameter of macrostomia is used extremely, it will become difficult to attain the miniaturization of about [ that efficiency for light utilization in a projection mold display with the small f number cannot be improved ] and optical system.

**[0006]** The technical problem of this invention is for it to be small and constitute in a compact the high polarization lighting system of the efficiency for light utilization which combined integrator optical system and polarization conversion optical system in view of this point.

**[0007]** Moreover, the technical problem of this invention has such high efficiency for light utilization, and it is to realize the possible projection mold display of obtaining a bright projection image, without using the projection lens of the small diameter of macrostomia of the f number by using a small and compact polarization lighting system.

**[0008]**

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the polarization lighting system of this invention consists of two or more rectangle condenser lenses which have the light source section to which the polarization direction carries out outgoing radiation of the random light, and a rectangle-like appearance, and the light by which outgoing radiation is carried out from said light source section is condensed. The configuration which has a condenser lens array, a polarization separation prism array,  $\lambda/2$  phase-contrast plate, and the 2nd lens plate equipped with the outgoing radiation side lens is adopted by being placed near the 1st lens plate for forming two or more secondary light source images, and the location in which said two or more secondary light source images are formed. Furthermore, said condenser lens array consists of two or more condenser lenses in said 2nd lens plate. Said polarization separation prism array is what divides a random polarization light into P polarization light and S polarization light. It consists of two or more polarization beam splitters and two or more reflective mirrors, the aforementioned  $\lambda/2$  phase-contrast plate are arranged at the outgoing radiation side side of said polarization separation prism array, and said outgoing radiation side lens has adopted the configuration arranged at the outgoing radiation side side of the aforementioned  $\lambda/2$  phase-contrast plate.

[0009] In the polarization lighting system of this invention, two or more minute flux of lights (secondary light source images) are formed with the 1st lens plate which consists of two or more minute rectangle condenser lenses, and after dividing these flux of lights into P polarization light and S polarization light from which the polarization direction differs, the plane of polarization of one polarization light or both polarization light is rotated, and it is changing into the condition that plane of polarization gathered. Therefore, one kind of polarization light to which the polarization direction was equal can be irradiated. For this reason, the illumination light with it can be obtained. [ high efficiency for light utilization and ] [ highly defined ]

[0010] Moreover, in that case, although it is possible to constitute a polarization illumination-light study system, using a polarization beam splitter simply, since the breadth of the whole optical system is expanded twice [ about ], inconvenience, like the miniaturization of optical system becomes very difficult is produced. In this invention, since polarization light is separated using the process of generation of secondary minute light source images which are the description of integrator optical system, the spatial breadth of the optical path accompanying separation of polarization light can be controlled. Therefore, in spite of having polarization conversion optical system, the miniaturization of a polarization lighting system can be attained.

[0011] On the other hand, the projection mold display of this invention is characterized by having the polarization lighting system of the above-mentioned configuration as the lighting system.

[0012]

[Embodiment of the Invention] In the polarization lighting system of this invention, said condenser lens which constitutes said 2nd lens plate can be made into said rectangle condenser lens and analog which constitute said 1st lens plate.

[0013] Instead, it is good as for what is different in each magnitude and configuration of said condenser lens which constitutes said 2nd lens plate. That is, it can be made to be able to respond to the magnitude and the configuration of secondary light source images which constitute said 1st lens plate and which are formed as said rectangle condenser lens be alike, respectively, and the configuration which sets up each magnitude and configuration of said polarization beam splitter in which these secondary light source images are formed can be adopted. In this case, it is set up so that each condenser lens which constitutes said 2nd lens plate may also serve as the magnitude and the configuration corresponding to the magnitude of a corresponding polarization beam splitter, and a configuration.

[0014] Thus, if the magnitude and the configuration of each condenser lens and a polarization beam splitter are set up so that it may become the magnitude and the configuration which are made equivalent to the magnitude and the configuration of secondary light source images which are formed, namely, are sufficient for including the secondary light source images concerned, the utilization effectiveness of light can be raised. Moreover, equalization of illuminance distribution can be attained.

[0015] In addition, generally secondary big light source images are formed in the core side which is a system optical-axis side, it follows toward the circumference side, and secondary light source images formed become small. Therefore, what is necessary is to make big the condenser lens and polarization beam splitter by the side of a core, and just to let the thing by the side of the circumference be a small thing.

[0016] A condenser lens uses the thing of the same magnitude and a configuration, and you may make it equivalent [ condenser lens ] to secondary light source images with which those magnitude and configurations are formed only in each polarization beam splitter here. Also in this case, the utilization effectiveness of light can be raised and equalization of illuminance distribution can be attained.

[0017] Next, it is necessary to arrange the light source section so that the light source optical axis may make few include

angles to a system optical axis, so that secondary light source images formed with the 1st lens plate may be located in the part of a polarization beam splitter. The light source optical axis R can be made in agreement with the system optical axis L, and it can be made to arrange by instead arranging deflection prism, without leaning the light source section. For example, the configuration which arranges a deflection lens is employable between the light source section and the 1st lens plate. A deflection lens can also be made to unify to the 1st lens plate.

[0018] Instead of using a deflection lens, the rectangle condenser lens which constitutes the 1st lens plate can also be used as the lens of an eccentric system. Instead, it is good also considering the condenser lens which constitutes the near condenser lens array of the 2nd lens plate as an eccentric system lens. When using as an eccentric system lens the condenser lens which constitutes the near condenser lens array of the 2nd lens plate, the outgoing radiation side lens which is the component of the 2nd lens plate can be omitted by adjusting the include angle of the eccentricity of each eccentric system lens, and the reflective film of a reflective mirror.

[0019] On the other hand, instead of constituting optical system so that the light source optical axis of the light source section may incline to a system optical axis, the next configuration can be adopted and secondary light source images formed with the 1st lens plate can also be located in the part of a polarization beam splitter. Namely, what is necessary is just to constitute optical system so that a light source optical axis may be in the condition of having carried out the parallel displacement only of the amount of the one half of the breadth of a polarization beam splitter towards the array direction of the polarization beam splitter concerned, to a system optical axis. In this case, it is made to correspond to migration of a light source optical axis, and the 1st lens plate also makes the parallel displacement only of the same amount carry out in the same direction, and doubles the core of the 1st lens plate concerned with a light source optical axis.

[0020] In addition, the part which actually needs the condenser lens which constitutes the condenser lens array of the 2nd lens plate is a part corresponding to the breadth of a polarization beam splitter. Therefore, what is necessary is just to set the breadth of each condenser lens as a dimension equal to the breadth of a polarization beam splitter at least.

[0021] Moreover, what was formed with TN (Twisted Nematic) liquid crystal as  $\lambda/2$  phase-contrast plate can be used.

[0022] Next, the thing of a configuration of having the square pole-like prism composition object with which the reflective film was formed in the interior as a reflective mirror can be used for it while the polarization separation prism array mentioned above has the square pole-like prism composition object with which the polarization demarcation membrane was formed in the interior as a polarization beam splitter.

[0023] In this case, the prism composition object with which the polarization demarcation membrane was formed, and the prism composition object with which the reflective mirror was formed can be considered as the configuration arranged in the direction of a right angle to the system optical axis at the single tier.

[0024] For example, the configuration which arranged each of a polarization demarcation membrane so that it might become whenever [ almost same tilt-angle ] to a system optical axis can be used for them while arranging by turns the prism composition object with which the polarization demarcation membrane was formed, and the prism composition object with which the reflective mirror was formed in the direction of a right angle to a system optical-axis optical axis.

[0025] While arranging the prism composition object with which the polarization demarcation membrane was instead formed, and the prism composition object with which the reflective mirror was formed in the direction of a right angle to a system optical axis, each of a polarization demarcation membrane may adopt the configuration arranged so that it may become whenever [ symmetrical tilt-angle ] to the optical axis concerned on both sides of a system optical axis.

[0026] In the projection mold display of this invention equipped with the polarization lighting system of each above-mentioned configuration on the other hand A colored light separation means to divide the flux of light from a polarization lighting system into at least two flux of lights generally, It has a colored light composition means to compound the modulation flux of light after becoming irregular with the modulation means, and considers as the configuration which indicates by projection the synthetic flux of light acquired by the colored light composition means concerned as a color picture on a screen through projection optical system.

[0027]

[Example] Below, each example of this invention is explained with reference to a drawing.

[0028] (Example 1) Drawing 1 is the outline block diagram which saw superficially the important section of the polarization lighting system of an example 1. The profile configuration of the polarization lighting system 1 of this example is carried out from the light source section 2 arranged in accordance with the system optical axis L, the 1st lens plate 3, and the 2nd lens plate 4. The light by which outgoing radiation was carried out from the light source section 2 is condensed in the 2nd lens plate 4 with the 1st lens plate 3, and in the process in which the 2nd lens plate 4 is passed, a random polarization light is changed into one kind of polarization light to which the polarization direction was equal,



and reaches the lighting field 5.

[0029] The profile configuration of the light source section 2 is carried out from the light source lamp 201 and the paraboloid reflector 202. a random polarization light emitted from the light source lamp 201 is reflected in an one direction with the paraboloid reflector 202 -- having -- abbreviation -- it becomes the parallel flux of light and incidence is carried out to the 1st lens plate 3. Here, it can replace with the paraboloid reflector 202 and an ellipsoid reflector, a spherical-surface reflector, etc. can be used. The light source optical axis R makes only the fixed include angle have inclined to the system optical axis L.

[0030] The appearance of the 1st lens plate 3 is shown in drawing 2 . As shown in this drawing, the 1st lens plate 3 is the configuration which the minute rectangle condenser lens 301 which carried out the rectangle-like profile arranged in all directions. The light which carried out incidence to the 1st lens plate 3 forms the condensing image of the number of the rectangle condenser lenses 301, and the same number in a flat surface vertical to the system optical axis L according to a condensing operation of the rectangle condenser lens 301. Since two or more of these condensing images are exactly projection images of a light source lamp, below, they shall be called secondary light source images.

[0031] Next, with reference to drawing 1 , the 2nd lens plate 4 of this example is explained again. The 2nd lens plate 4 is a compound layered product which consists of the condenser lens array 410, a polarization separation prism array 420,  $\lambda/2$  phase-contrast plate 430, and an outgoing radiation side lens 440, and is arranged in the vertical flat surface to the system optical axis [ / near the location in which secondary light source images with the 1st lens plate 3 are formed ] L. This 2nd lens plate 4 has the function as 2nd lens plate of indie crater optical system, the function as a polarization separation component, and the function as a polarization sensing element.

[0032] The condenser lens array 410 has the almost same composition as the 1st lens plate 3. That is, two or more rectangle condenser lenses 301 which constitute the 1st lens plate 3, and condenser lenses 411 of the same number are arranged, and there is an operation which condenses the light from the 1st lens plate 3. The condenser lens array 410 is equivalent to the 2nd lens plate of integrator optical system.

[0033] It is not necessary to have the dimension configuration where the condenser lens 411 which constitutes the condenser lens array 410 and the rectangle condenser lens 301 which constitutes the 1st lens plate 3 are completely the same, and a lens property. It is desirable to optimize respectively according to the property of the light from the light source section 2. However, as for the light which carries out incidence to the polarization beam prism array 420, it is ideal that the inclination of the chief ray is parallel to the system optical axis L. From this point, or a condenser lens 411 will not have the same lens property as the rectangle condenser lens 301 which constitutes the 1st lens plate 3, it shall have the same lens property which is considering the configuration of an analog as the rectangle condenser lens 301 in many cases.

[0034] The appearance of the polarization separation prism array 420 is shown in drawing 3 . As shown in this drawing, a polarization separation prism array 420 makes the pair which consists of a polarization beam splitter 421 which consists of a prism composition object of the shape of the square pole which equipped the interior with the polarization demarcation membrane, and a reflective mirror 422 which consists of a prism composition object of the shape of the square pole which similarly equipped the interior with the reflective film a basic configuration unit, and two or more arrays (are arranged in the flat surface in which secondary light source images are formed) carry out superficially in that pair. It is regularly arranged so that one pair of basic configuration units may correspond to the condenser lens 411 which constitutes the condenser lens array 410. Moreover, the breadth  $W_p$  of one polarization beam splitter 421 and the breadth  $W_m$  of one reflective mirror 422 are equal. Furthermore, although the value of  $W_p$  and  $W_m$  is set up so that it may be set to one half of the breadth of the condenser lens 411 which constitutes the condenser lens array 410 from this example, it is not limited to this.

[0035] Here, the 2nd lens plate 4 containing the polarization separation prism array 420 is arranged so that secondary light source images formed with the 1st lens plate 3 may be located in the part of a polarization beam splitter 421. Therefore, the light source section 2 is arranged so that the light source optical axis R may make an include angle slightly to the system optical axis L.

[0036] If it explains with reference to drawing 1 and drawing 3 , a random polarization light which carried out incidence to the polarization separation prism array 420 will be divided into two kinds of polarization light, P polarization light and S polarization light, from which the polarization direction differs by the polarization beam splitter 421. P polarization light passes a polarization beam splitter 421 as it is, without changing a travelling direction. On the other hand, it reflects by the polarization demarcation membrane 423 of a polarization beam splitter 421, and S polarization light changes a travelling direction about 90 degrees, reflects it in the reflector 424 of the adjoining reflective mirror 422 (reflective mirror which makes a pair), and changes a travelling direction about 90 degrees, and outgoing radiation is carried out more nearly eventually than polarization separation PURIZUMUAREI 420 at an include angle almost

parallel to P polarization light.

[0037]  $\lambda/2$  phase-contrast plate 430 with which  $\lambda/2$  phase contrast film 431 have been arranged regularly are installed in the outgoing radiation side of the polarization separation prism array 420. That is,  $\lambda/2$  phase contrast film 431 are arranged only at a part for the outgoing radiation surface part of the polarization beam splitter 421 which constitutes the polarization separation prism array 420, and  $\lambda/2$  phase contrast film 431 are not arranged at a part for the outgoing radiation surface part of the reflective mirror 422. According to such an arrangement condition of  $\lambda/2$  phase contrast film 431, in case P polarization light by which outgoing radiation was carried out from the polarization beam splitter 421 passes  $\lambda/2$  phase contrast film 431, it receives a rotatory polarization operation and is changed into S polarization light. On the other hand, since S polarization light by which outgoing radiation was carried out from the reflective mirror 422 does not pass  $\lambda/2$  phase contrast film 431, no rotatory polarization operation is received but  $\lambda/2$  phase-contrast plate 430 is passed with S polarization light. When the above is summarized, it means that a random polarization light had been changed into one kind of polarization light (in this case, S polarization light) by the polarization separation prism array 420, and the  $\lambda/2$  phase-contrast plate 430.

[0038] Thus, the flux of light arranged with S polarization light is led to the lighting field 5 with the outgoing radiation side lens 440, and superposition association is carried out on the lighting field 5. That is, superposition image formation of the image side started with the 1st lens plate 3 is carried out on the lighting field 5 with the 2nd lens plate 4. It separates into two kinds of polarization light from which it can come, simultaneously the polarization direction differs by the intermediate polarization separation prism array 420 spatially, in case a random polarization light passes  $\lambda/2$  phase-contrast plate 430, it is changed into one kind of polarization light, and almost all light attains it to the lighting field 5. For this reason, the lighting field 5 will almost be mostly illuminated by homogeneity with one kind of polarization light.

[0039] According to the polarization lighting system 1 of this example, as explained above, a random polarization light emitted from the light source section 2 is condensed to the minute predetermined field of the polarization separation prism array 420 with the 1st lens plate 3, after separating into two kinds of polarization light from which the polarization direction differs spatially, each polarization light is led to the predetermined field of  $\lambda/2$  phase-contrast plate 430, and P polarization light is changed into S polarization light. Therefore, the effectiveness that the lighting field 5 can be irradiated where most random polarization light emitted from the light source section 2 is arranged with S polarization light is done so. Moreover, since it is hardly accompanied by optical loss in the conversion process of polarization light, it has the description that the utilization effectiveness of light source light is very high.

[0040] Furthermore, the minute rectangle condenser lens 301 which constitutes the 1st lens plate 3 from this example according to the configuration of the lighting field 5 which is an oblong rectangle configuration is made into an oblong rectangle configuration, and it has become the gestalt which divides into a longitudinal direction two kinds of polarization light by which outgoing radiation was carried out from the polarization separation prism array 420 simultaneously. For this reason, lighting effectiveness can be raised, without making the quantity of light useless, even when illuminating the lighting field 5 which has an oblong rectangle configuration.

[0041] If a random polarization light is generally simply divided into P polarization light and S polarization light using a polarization beam splitter, the width of face of the flux of light by which outgoing radiation is carried out from a polarization beam splitter will also enlarge optical system according to breadth and it twice. However, since the flux of light broadening which originates in carrying out skillful \*\*\*\*\* of the process of generation of secondary minute light source images which are the description of integrator optical system in the polarization lighting system of this invention, and separating polarization light, and is produced is absorbed, the width of face of the flux of light does not spread, but has the description which can realize small optical system.

[0042] (Example 2) Although the light source section 2 needs to be arranged so that the light source optical axis R may make few include angles to the system optical axis L so that secondary light source images formed with the 1st lens plate 3 may be located in the part of a polarization beam splitter 421 in an example 1, it is arranging deflection prism, the light source optical axis R can be made in agreement with the system optical axis L, and it can be made to arrange without leaning the light source section.

[0043] The polarization lighting system 10 concerning the example 2 shown in drawing 4 is the example which used deflection prism. As shown in this drawing, in the polarization lighting system 10, the deflection prism 6 is arranged between the light source section 2 and the 1st lens plate 3. The light which carried out incidence to the deflection prism 6 from the light source section 2 can bend a travelling direction slightly with deflection prism, it carries out incidence to the 1st lens plate 3 with a certain include angle which is not vertical, and it reaches the position of a polarization beam splitter 421.

[0044] Thus, the location of secondary light source images formed with the 1st lens plate 3 can be set up free by



installing the deflection prism 6. Therefore, the light source section 2 can be arranged on the system optical axis L, and production of optical system becomes simplicity and easy.

[0045] Here, in this example, the deflection prism 6 is unified to the field by the side of the incidence of the 1st lens plate 3. For this reason, the number of the interfaces which cause reflection loss of light between the deflection prism 6 and the 1st lens plate 3 can be decreased. By unifying the deflection prism 6 to the 1st lens plate 3, the light from the light source section 2 can be led to the 2nd lens plate 4, without losing.

[0046] (Example 3) In order to enable it to arrange the light source section 2 which needs to be arranged in the condition of having leaned slightly to the system optical axis L on the system optical axis L, it is realizable also by the approach of using as the lens of an eccentric system the rectangle condenser lens 301 which constitutes the 1st lens plate 3 besides the approach shown in the above-mentioned example 2. The example 3 shown in drawing 5 is the polarization lighting system equipped with such a configuration.

[0047] As shown in drawing 5, the eccentric system minute condenser lens 310 constitutes the 1st lens plate 3 from the lighting system 100 of this example, and the chief ray of the flux of light which carries out outgoing radiation of the 1st lens plate 3 is leaned slightly, and it has set up so that secondary light source images may be formed in the position of a polarization beam splitter 421. For this reason, the light source section 2 can be arranged on the system optical axis L, and production of optical system becomes simplicity and easy.

[0048] (Example 4) The 2nd lens plate 4 used in the above-mentioned example 1 thru/or 3 is all equipped with the condenser lens array 410 and the outgoing radiation side lens 440. The light which carries out incidence to the polarization beam prism array 410 From it being ideal that the inclination of the chief ray is parallel to the system optical axis L The condenser lens array 421 is constituted by the same lens as the rectangle condenser lens 301 which constitutes the 1st lens plate 3 in many cases. Moreover, the outgoing radiation side lens 440 is required in order to carry out superposition association of the flux of light which passed through a different location distant from the system optical axis L on the 2nd lens plate 4 on the predetermined lighting field 5.

[0049] However, while using the condenser lens array 410 as the lens of an eccentric system, it is possible by devising the installation include angle of the reflector 424 of the reflective mirror 422 to omit the outgoing radiation side lens 440. The polarization lighting system concerning the example 4 equipped with this configuration is shown in drawing 6.

[0050] Since the condenser lens array 410 is constituted from this example using the eccentric system condenser lenses 412 and 413 as shown in drawing 6, the chief ray of P polarization light which passes a polarization beam splitter 421 in the part of the condenser lens array 410 can be turned to the core 51 of a lighting field. To the flux of light which passes the polarization beam splitter 421 in the location distant from the system optical axis L, it can respond by enlarging eccentricity of the eccentric system condenser lens 412. On the other hand, the chief ray of S polarization light can be turned to the core 51 of a lighting field also to S polarization light by which outgoing radiation is carried out through a polarization beam splitter 421 and the reflective mirror 422 by making the installation include angle of the reflector 424 of the reflective mirror 422 into a suitable value. Of course, it is necessary to optimize the installation include angle of a reflector separately in this case according to the distance from the system optical axis L.

[0051] By considering as the above configurations, the outgoing radiation side lens 440 becomes unnecessary, and low cost-ization of optical system of it is attained.

[0052] Moreover, with the configuration which does not use an outgoing radiation side lens like this example, the installation of the condenser lens array 410 can also install the condenser lens array 410 in the lighting field 5 side depending on [ array / 420 / polarization separation prism ] the lens property of the eccentric system condenser lenses 412 and 413 which are not limited to the light source side of the polarization separation prism array 420, and constitute the condenser lens array 410, and the arrangement include angle of the polarization demarcation membrane 423 of the polarization separation prism array 420, and the reflective film 424.

[0053] (Example 5) the above-mentioned example 1 thru/or 3 -- setting -- any case -- the light source section 2 and the 1st lens plate 3 -- the system optical-axis L top -- arranging -- the sense of the light source section 2 -- or image formation of the secondary light source images was carried out to the position of a polarization beam splitter 421 by adjusting the lens property of the 1st lens plate 3. The same result can be obtained to these also by carrying out the parallel displacement of the light source section 2 and the 1st lens plate 3 to a system optical axis.

[0054] Furthermore, when its attention is paid to the magnitude (breadth) of the longitudinal direction of the condenser lens 411 which constitutes the condenser lens array 410 of the 2nd lens plate 4, since the image formation location of secondary light source images is always limited on a polarization beam splitter 421, if the breadth of a condenser lens 411 is magnitude equal to the breadth  $W_p$  of a polarization beam splitter 421, it turns out that it functions enough.

[0055] It is shown as a polarization lighting system 300 applied to an example 5 in drawing 7 in the example which

incorporated the above content. In this example, after only the movement magnitude ( $=D$ ) equivalent to one half of the breadth  $W_p$  of a polarization beam splitter 421 has carried out the parallel displacement of the light source section 2 and the 1st lens plate 3 in the direction (drawing down) in which a polarization beam splitter 421 exists in the polarization separation prism array 420 to the system optical axis  $L$ , it arranges. Moreover, the condenser lens array 410 of the 2nd lens plate 4 is constituted by making it correspond to a polarization beam splitter's existence location, and arranging using the condensing half lens 414 which has lens width of face (breadth) equal to the breadth  $W_p$  of a polarization beam splitter 421.

[0056] While the design of optical system becomes easy by considering as the above configurations, low-cost-izing of optical system is possible.

[0057] (Modification of an example 5) In the above-mentioned example 5, the image formation location of secondary light source images is using the condensing half lens 414 of magnitude with the breadth equal to the breadth  $W_p$  of a polarization beam splitter 421 as a condenser lens 411 paying attention to the point always limited on a polarization beam splitter 421. Such a condensing half lens 414 is manufactured by cutting the ends of the condenser lens 411 shown in the usual condenser lens 1, for example, the example mentioned above, thru/or 3.

[0058] However, those who used the usual condenser lens 411 as shown in an example 1 thru/or 3 may be more advantageous in the point of cost etc. rather than adopting the condensing half lens 414 depending on the case.

[0059] The example of a configuration at the time of using the condenser lens 411 currently used in an example 1 thru/or 3 for drawing 8 instead of the condensing half lens 414 in consideration of this point is shown. Polarization lighting-system 300A of the whole configuration shown in this drawing is the same as that of the polarization lighting system 300 concerning the above-mentioned example 5. Different points are that it is the condenser lens 411 same as a condenser lens which constitutes the condenser lens array 410 as what is being used by not a half lens but the example 1 thru/or 3, and that these condenser lenses 411 are in the location which only the amount of the one half of the width of face  $W_p$  moved towards the cross direction of a polarization beam splitter 421.

[0060] (Example 6) In each example mentioned above, the reflector 424 of the polarization demarcation membrane 423 of the polarization beam splitter 421 currently formed in the polarization separation prism array 420 which is one of the components of the 2nd lens plate 4, and the reflective mirror 422 inclines in the same direction to the system optical axis  $L$ . Instead of adopting this configuration, the configuration in which the dip direction of the polarization demarcation membrane 423 and the reflective film 424 serves as an object for right and left to the system optical axis  $L$  is also employable.

[0061] The polarization lighting system 500 with which the polarization separation prism array equipped with this configuration was included in drawing 9 is shown. The profile configuration also of the polarization lighting system 500 of this example is carried out like each example mentioned above from the light source section 2 arranged in accordance with the system optical axis  $L$ , the 1st lens plate 3, and the 2nd lens plate 4. The light by which outgoing radiation was carried out from the light source section 2 is condensed in the 2nd lens plate 4 with the 1st lens plate 3, and in the process in which the 2nd lens plate 4 is passed, a random polarization light is changed into one kind of polarization light to which the polarization direction was equal, and reaches the lighting field 5.

[0062] The minute condenser lens 311 which consists of a decentered lens is arranged, and the usual minute condenser lens 312 is arranged on that outside at the system optical-axis  $L$  side whose 1st lens plate 3 of this polarization lighting system 500 is that core side. The minute condenser lens 311 which consists of a decentered lens is arranged by axial symmetry to the system optical axis  $L$ , and equalization of the brightness in the lighting field 5 is attained.

[0063] The 2nd lens plate 4 has the composition that the condenser lens array 410, the polarization separation prism array 420, the  $\lambda/2$  phase-contrast plate 430, and the outgoing radiation side lens 440 were arranged in this sequence from that optical incidence side like each above-mentioned example. The 2nd lens plate 4 is arranged in the vertical flat surface to the system optical axis  $L$  near the location in which secondary light source images with the 1st lens plate 3 are formed.

[0064] In the condenser lens array 410, the condenser lens 415 which similarly consists of a decentered lens is arranged near the formation location of secondary light source images by each minute condenser lens 311 which consists of a decentered lens of the 1st lens plate 3. Moreover, near the formation location of secondary light source images by each minute condenser lens 312 of the 1st lens plate 3, the condenser lens 416 of this usual cardiac system is arranged. Here, each condenser lenses 415 and 416 which constitute the condenser lens array 410 are set as sufficient magnitude to include secondary light source images formed here. That is, secondary light source images formed in the core side of the system optical axis  $L$  are larger than secondary light source images formed in the periphery side. For this reason, in this example, it is set as the big dimension compared with the condenser lens 416 located in a circumference side in the eccentric condenser lens 415 located in the system optical-axis  $L$ , i.e., core of condenser lens array 410, side.

[0065] Thus, since the magnitude of the condenser lenses 415 and 416 which constitute the near condenser lens array 410 of the 2nd lens plate 4 is changed by the thing by the side of the core of the 2nd lens plate, and the thing by the side of the circumference Polarization beam splitter 421A currently formed in the polarization separation prism array 420 arranged at the outgoing radiation side of the condenser lens array 410, The dimension of 421B and the reflective mirrors 422A and 422B is also made to correspond to this, and the thing by the side of a core is made into the big dimension compared with the thing by the side of the circumference.

[0066] Moreover, in the polarizing prism array 410 of this example, polarization beam splitter 421A which is in a symmetrical condition and by which polarization demarcation membrane 423A was formed in the interior towards the cross direction centering on the system optical axis L is arranged, and reflective mirror 422A by which reflective film 424A was formed in the interior is arranged at these both sides. Furthermore, reflective mirror 422B of a small dimension is arranged at these both sides. Reflective film 424B currently formed in reflective mirror 422B of these small dimensions inclines to hard flow with reflective film 424 of reflective mirror 422A of big dimension located inside A. Polarization beam splitter 421B of a small dimension is arranged at the both sides of reflective mirror 422B of the small dimension of this configuration, respectively. Polarization demarcation membrane 423B currently formed in such polarization beam splitter 421B also inclines to hard flow with polarization demarcation membrane 423 of polarization beam splitter 421A of big dimension located inside A.

[0067] As mentioned above, while being able to improve the utilization effectiveness of light source light further by optimizing the dimension configuration of the condenser lens which constitutes the condenser lens array 410, the polarization beam splitter which constitutes the polarization separation prism array 420, and a reflective mirror according to the location and magnitude of secondary light source images form with the 1st lens plate 3, there is effectiveness which can miniaturize the 2nd lens plate 4.

[0068] (Example 7) In the above-mentioned example 6, it was made to correspond to the magnitude of secondary light source images formed with the 1st lens plate 3, and the dimension configuration of each condenser lens which constitutes the condenser lens array 410 of the 2nd lens plate 4 is set up. Similarly, the dimension configuration of each polarization beam splitter which constitutes the polarization separation prism array 420, and a reflective mirror is set up.

[0069] However, you may make it make only the dimension configuration of the magnitude of each prism which constitutes the condenser lens array 410 using the condenser lens of the same dimension configuration, and constitutes the polarization separation prism array 420, i.e., the polarization beam splitter currently formed in them, and a reflective mirror correspond to the magnitude of secondary light source images.

[0070] The example of the polarization lighting system equipped with this configuration is shown in drawing 10. Fundamentally, the polarization lighting system 600 shown in this drawing has the same composition as polarization lighting-system 300A which is the modification of the example 5 mentioned above. Therefore, the part used as the description is explained below.

[0071] The condenser lens array 410 which constitutes the 2nd lens plate 4 is constituted from condenser lens 416A of the same configuration and the same dimension thru/or 416D by the polarization lighting system 600 of this example.

[0072] However, the magnitude of the polarization beam splitter currently formed in the polarization separation prism array 420 and a reflective mirror is changed according to the magnitude of secondary light source images formed. That is, since secondary light source images formed in the core side by the side of the system optical axis L are large, it is made to correspond to it and big polarization beam splitter 425A and reflective mirror 425B are arranged. On the other hand, in the circumference side distant from the system optical axis L, since secondary light source images formed are relatively small, it was made to correspond to it and small polarization beam splitter 426A and reflective mirror 426B are arranged relatively.

[0073] Here, in each condenser lens 416A thru/or 416D which constitutes the near condenser lens array 410 of each lens 314A which constitutes the 1st lens plate 3 thru/or 314D, and the 2nd lens plate 4, the lens of an eccentric system is used for some of those lenses. Moreover, the array to which only the distance D fixed from the system optical axis L carried out the parallel displacement of the light source optical axis R as well as the above-mentioned example 5 is adopted. In addition, the parallel displacement only of the same amount is made to have carried out in the same direction so that the core of the lens plate [ 1st ] 3 may correspond with a light source optical axis.

[0074] It enables it to form in the part of a polarization beam splitter secondary light source images obtained through the 1st lens plate 3 by adopting these configurations.

[0075] in addition, making which lens of value [ of the distance D in drawing 10 ], condenser lens 314A or 314D, and condenser lens 416A thru/or the 416D into the thing of an eccentric system -- moreover, into how much eccentricity of the lens of the eccentric system to be used is made is a matter influenced by the design of optical system. therefore,

these matters are determined uniquely -- not having -- each -- it is the thing of the property which should be determined according to a concrete equipment configuration.

[0076] In addition, in this example, each condenser lens 416A thru/or 416D which constitutes the near condenser lens array 410 of the 2nd lens plate 4 is using the lens of this cardiac system. However, condenser lens 416A of the same configuration and the same dimension thru/or 416D are stuck on the polarization beam splitters 425A and 426A from which magnitude differs as mentioned above, therefore there is a gap at those cores. For this reason, condenser lens 416A of these cardiac systems of these thru/or 416D are using the lens of an eccentric system, and an EQC as a result.

[0077] Thus, in the polarization lighting system 600, it has condenser lens 416A of magnitude thru/or 416D corresponding to the magnitude of secondary light source images formed. Utilization effectiveness is improvable in light with this configuration as well as the above-mentioned example 6.

[0078] Moreover, the condenser lens array 410 of the 2nd lens plate 4 is constituted from condenser lens 416A of the same configuration and the same dimension thru/or 416D by this example. Therefore, there is also an advantage that production of a condenser lens array is easy.

[0079] (Projection mold display using the polarization lighting system of an example 1) The example of the projection mold display with which the polarization lighting system 100 shown in drawing 5 among the example 1 thru/or the polarization lighting system of 6 was built into drawing 11 is shown.

[0080] As shown in drawing 11, the polarization lighting system 100 of the projection mold display 3400 of this example A random polarization light which was equipped with the light source section 2 which carries out outgoing radiation of the random polarization light to an one direction, and was emitted from this light source section 2 After being led to the position of the 2nd lens plate 4 in the condition of having been condensed with the 1st lens plate 3, the polarization separation prism array 420 in the 2nd lens plate 4 separates into two kinds of polarization light. Moreover, about P polarization light, it is changed into S polarization light by  $\lambda/2$  phase-contrast plate 430 among each separated polarization light.

[0081] First, in the blue green reflective dichroic mirror 3401, red light penetrates the flux of light by which outgoing radiation was carried out from this polarization lighting system 100, and blue glow and green light reflect it. It is reflected by the reflective mirror 3402 and red light reaches the 1st liquid crystal light valve 3403. On the other hand, among blue glow and green light, it is reflected by the green reflective dichroic mirror 3404, and green light reaches the 2nd liquid crystal light valve 3405.

[0082] Here, since blue glow has the longest optical path length among each colored light, to blue glow, the light guide means 3450 which consisted of relay lens systems which consist of the incidence side lens 3406, a relay lens 3408, and an outgoing radiation side lens 3410 has been established. That is, after blue glow penetrates the green reflective dichroic mirror 3404, it is first led to a relay lens 3408 through the incidence side lens 3406 and the reflective mirror 3407, after it converges on this relay lens 3408, by the reflective mirror 3409, is led to the outgoing radiation side lens 3410, and reaches the 3rd liquid crystal light valve 3411 after an appropriate time. Here, after the 1st thru/or 3rd liquid crystal light valve 3403, 3405, and 3411 modulates each colored light and includes the image information corresponding to each color, it carries out incidence of the modulated colored light to a dichroic prism 3413 (color composition means). The dielectric multilayer of the red reflex and the dielectric multilayer of a blue echo are formed in the dichroic prism 3413 in the shape of a cross joint, and compound each modulation flux of light to it. The flux of light compounded here will pass the projection lens 3414 (projection means), and will form an image on a screen 3415.

[0083] Thus, in the constituted projection mold indicating equipment 3400, the liquid crystal light valve of the type which modulates one kind of polarization light is used. Therefore, when a random polarization light was led to the liquid crystal light valve using the conventional lighting system, the one half of the random polarization light had the trouble of suppressing generation of heat of a polarizing plate and that it was large-sized and a cooling system with the big noise was required while the utilization effectiveness of light was bad, since it was absorbed with the polarizing plate (not shown) and changed to heat. However, with the equipment 3400 of this example, this trouble is improved substantially.

[0084] That is, in the polarization lighting system 100, only to one polarization light, for example, P polarization light, a rotatory polarization operation is given with  $\lambda/2$  phase-contrast plate 430, and it considers as the condition that the polarization light, for example, S polarization light, and the plane of polarization of another side gathered, in the projection mold display 3400 of this example. So, since the polarization light to which the polarization direction was equal is led to the 1st thru/or 3rd liquid crystal light valve 3403, 3405, and 3411, there can be dramatically little optical absorption by the polarizing plate, therefore its utilization effectiveness of light can improve, and it can acquire a bright projection image. Moreover, since the amount of optical absorption by the polarizing plate decreases, the temperature rise in a polarizing plate is controlled. Therefore, the miniaturization of a cooling system and low noise-ization can be attained and a highly efficient projection mold display can be realized.

[0085] Furthermore, in the polarization lighting system 100, two kinds in all of polarization light is divided into the configuration of a condenser lens 411 in the longitudinal direction in the 2nd lens plate 4. Therefore, the lighting field which did not make the quantity of light useless and carried out the oblong rectangle configuration can be formed. Therefore, the polarization lighting system 100 is legible, and fits the oblong liquid crystal light valves which can project a powerful image.

[0086] As the previous example 1 was explained, in spite of having incorporated the polarization conversion optical element, with the polarization lighting system 100 of this example, the flux of light broadening which carries out outgoing radiation of the polarization conversion prism array 420 is stopped. In case this illuminates a liquid crystal light valve, it means that there is almost no light which carries out incidence to a liquid crystal light valve with a big include angle. therefore, the f number is small -- even if it does not use the projection lens of the diameter of macrostomia extremely, a bright projection image is realizable.

[0087] Moreover, in this example, as a color composition means, since the dichroic prism 3413 is used, it can miniaturize. Moreover, since the optical path length between the liquid crystal light valves 3403, 3405, and 3411 and the projection lens 3414 is short, even if it uses the projection lens of comparatively small aperture, a bright projection image is realizable. Moreover, although the optical path lengths differ, since, as for each colored light, only one optical path of the three optical paths has established the light guide means 3450 constituted by the relay lens system which consists of the incidence side lens 3406, a relay lens 3408, and an outgoing radiation side lens 3410 to blue glow with the longest optical path length at this example, color nonuniformity etc. does not arise.

[0088] In addition, as a projection mold display, the mirror optical system which used the dichroic mirror of two sheets for the color composition means can also constitute. Of course, the bright high-definition projection image excellent in the utilization effectiveness of light can be formed like [ it is possible to incorporate the polarization lighting system of this example also in such a case, and ] the case where it is this example.

[0089] (Other operation gestalten) In each still more nearly above-mentioned example, although it is a polarization separation means, for example, he is trying to arrange P polarization with S polarization, of course, the polarization direction may be arranged with which direction. Moreover, to the both sides of P polarization light and S polarization light, by the phase contrast layer, a rotatory polarization operation may be given and plane of polarization may be arranged.

[0090] On the other hand, in each example, what consists of a general high polymer film as  $\lambda/2$  phase-contrast plate is assumed. However, these phase contrast plates may be constituted using the Twisted Nematic liquid crystal (TN liquid crystal). Since the wavelength dependency of a phase contrast plate can be made small when TN liquid crystal is used, compared with the case where a general high polymer film is used, the polarization conversion engine performance of  $\lambda/2$  phase-contrast plate can be raised.

[0091]

[Effect of the Invention] As explained above, in the polarization lighting system concerning this invention, the polarization light to which the polarization direction was equal can be irradiated to an exposure field. Therefore, since the polarization light to which plane of polarization was equal can be supplied to a liquid crystal light valve when the polarization lighting system concerning this invention is used for the projection mold display using a liquid crystal light valve, the utilization effectiveness of light can improve and the brightness of a projection image can be improved. Moreover, since the amount of optical absorption by the polarizing plate decreases, the temperature rise in a polarizing plate is controlled. So, the miniaturization of a cooling system and low noise-ization are realizable.

[0092] Moreover, in this invention, the spatial breadth produced according to separation of polarization light using the process of generating secondary minute light source images which are the description of integrator optical system is avoided. Therefore, in spite of being the optical system equipped with the polarization sensing element, an equipment dimension can be held down to the dimension of same extent as the conventional lighting system.

[0093] Since the polarization beam splitter thermally equipped with the stable dielectric multilayer is used as a polarization separation means further again, the polarization separation engine performance of the polarization separation section is thermally stable. For this reason, the polarization separation engine performance always stabilized also in the projection mold display with which a big optical output is demanded can be demonstrated.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

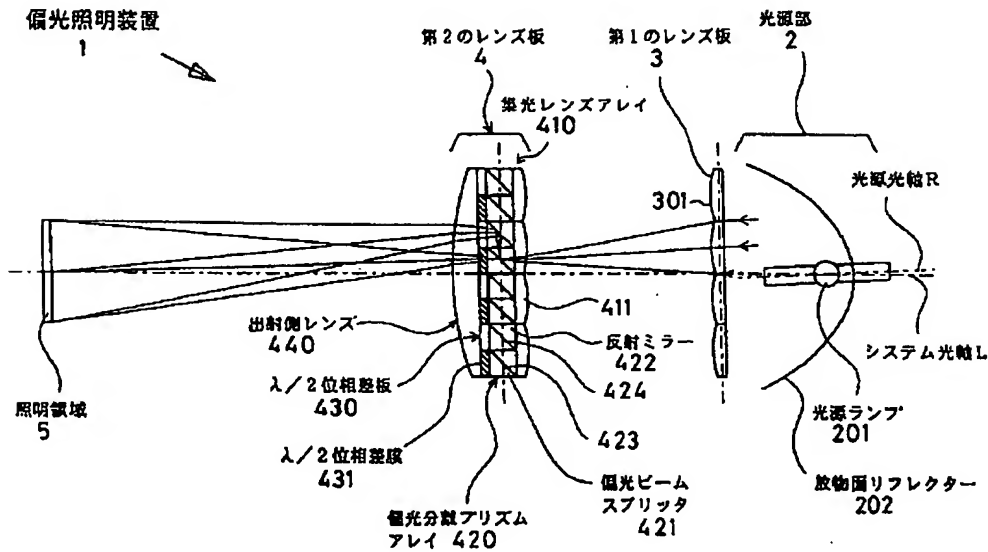
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

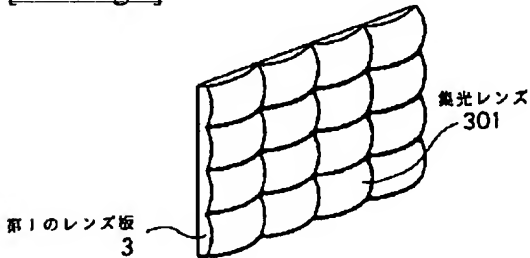
## DRAWINGS

[Drawing 1]

(実施例 1)

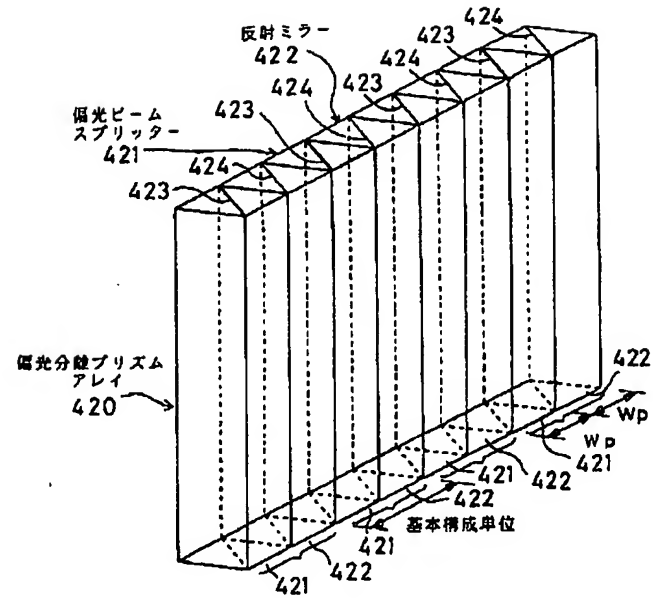


[Drawing 2]



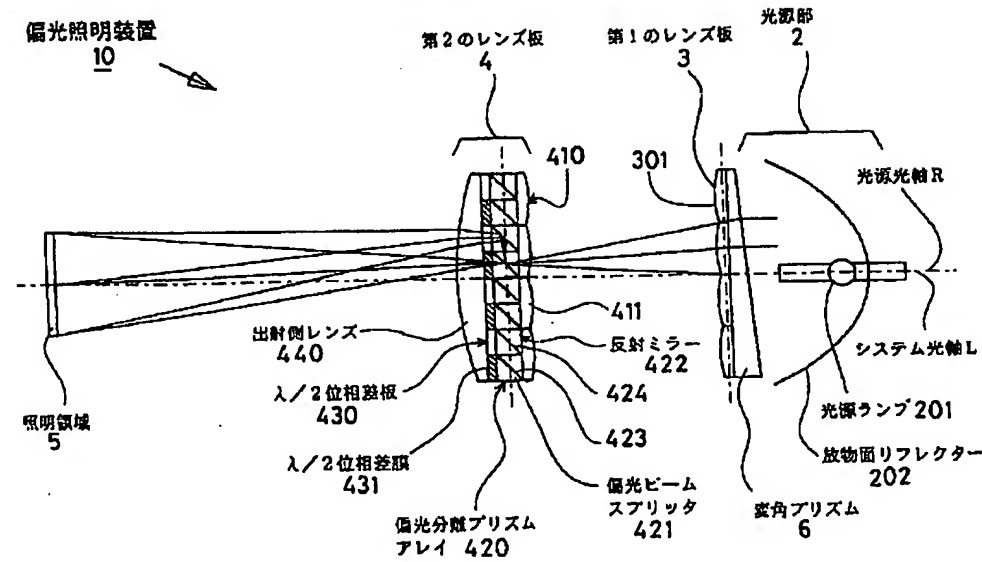
[Drawing 3]





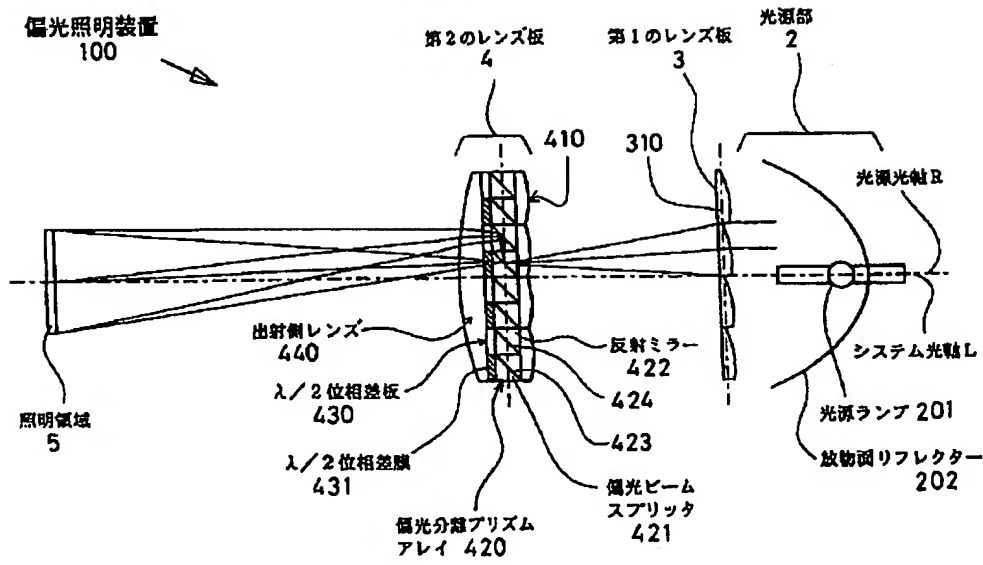
[Drawing 4]

(実施例2)



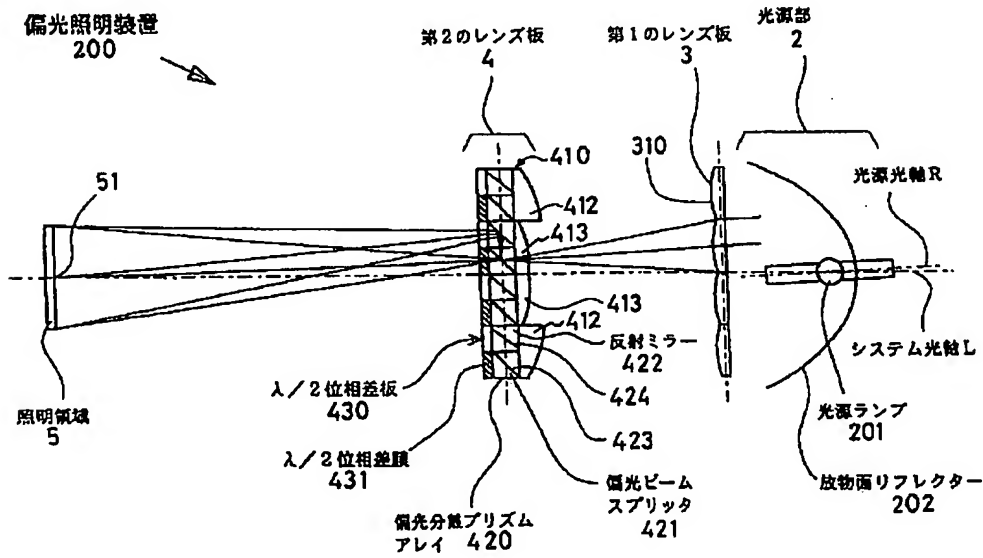
[Drawing 5]

(実施例 3)



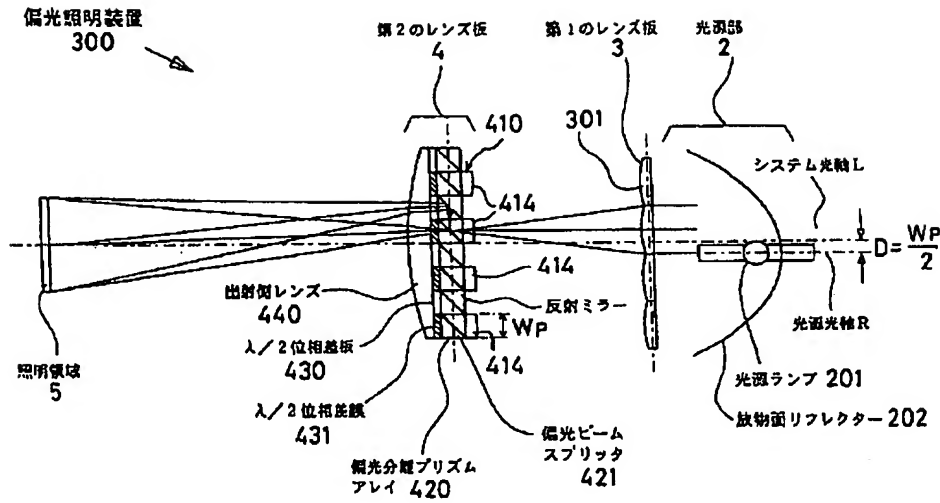
[Drawing 6]

(実施例 4)



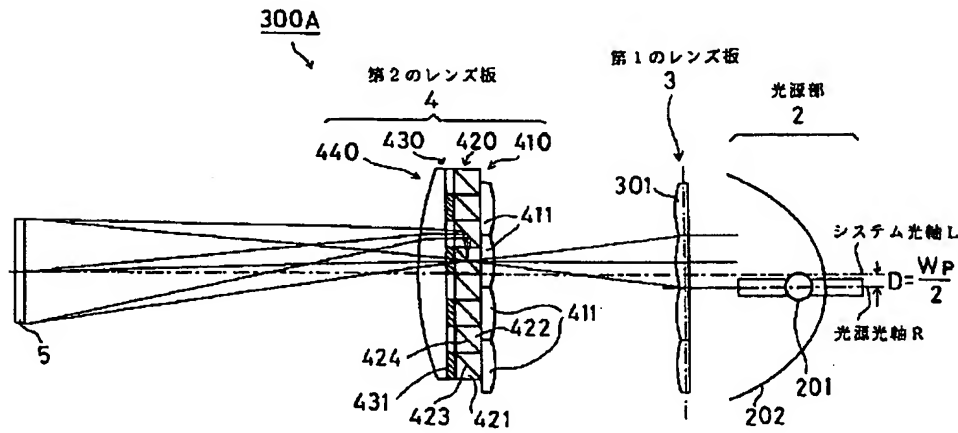
[Drawing 7]

(実施例5)



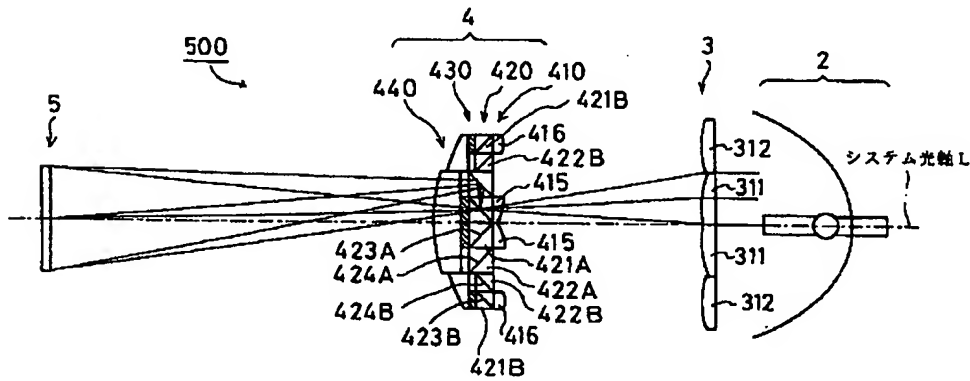
[Drawing 8]

(実施例5の変形例)



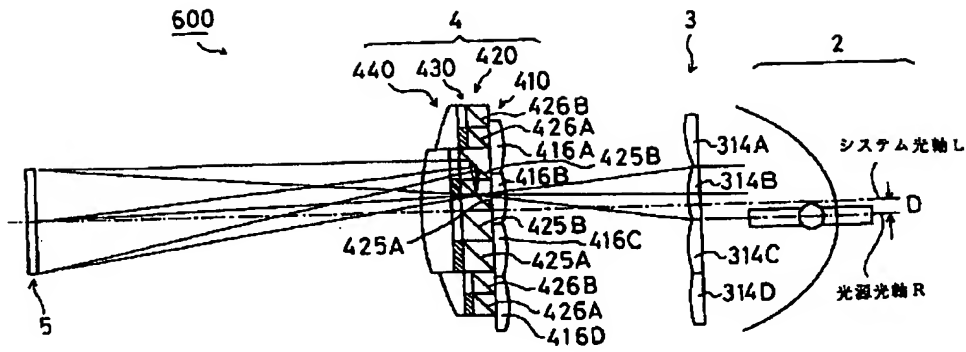
[Drawing 9]

(実施例6)

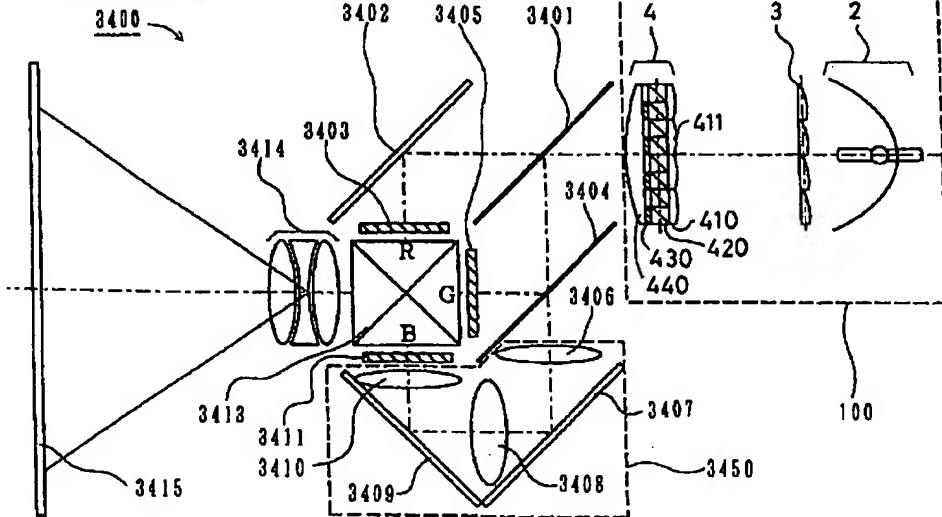


[Drawing 10]

(実施例 7)



[Drawing 11]  
投写型表示装置



[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**CORRECTION OR AMENDMENT**

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law

[Section partition] The 2nd partition of the 6th section

[Publication date] April 10, Heisei 14 (2002. 4.10)

[Publication No.] JP,8-304739,A

[Date of Publication] November 22, Heisei 8 (1996. 11.22)

[Annual volume number] Open patent official report 8-3048

[Application number] Japanese Patent Application No. 8-34127

[The 7th edition of International Patent Classification]

G02B 27/28  
G02F 1/13 505  
1/1335  
H04N 5/74  
9/31

[FI]

G02B 27/28 Z  
G02F 1/13 505  
1/1335  
H04N 5/74 A  
9/31 C

[Procedure revision]

[Filing Date] December 26, Heisei 13 (2001. 12.26)

[Procedure amendment 1]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] Claim

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[Claim(s)]

[Claim 1] The light source section to which the polarization direction carries out outgoing radiation of the random light, The lens plate for consisting of two or more rectangle condenser lenses which have a rectangle-like appearance, condensing the light by which outgoing radiation is carried out from said light source section, and forming two or more secondary light source images,

It has the condenser lens array and polarization separation prism array which have been arranged near the location in which said two or more secondary light source images are formed, and a polarization sensing element,

Said condenser lens array consists of two or more condenser lenses,

Said polarization separation prism array divides into adjacent P polarization light and S polarization light of a pair each of two or more light condensed with said two or more rectangle condenser lenses, and consists of two or more polarization beam splitters and two or more reflective mirrors,

Said polarization sensing element arranges the polarization direction of said P polarization light and S polarization light, and is arranged at the outgoing radiation side side of said polarization separation prism array,

The polarization lighting system characterized by things.

[Claim 2] It is the polarization lighting system characterized by arranging said condenser lens array in claim 1 at the optical incidence side of said polarization separation prism array.

[Claim 3] The polarization lighting system further characterized by arranging the outgoing radiation side lens at the irradiation appearance side of said polarization sensing element in claim 2.

[Claim 4] It is the polarization lighting system characterized by at least one being an eccentric system lens among said two or more condenser lenses which constitute said condenser lens array in claim 2.

[Claim 5] It is the polarization lighting system characterized by arranging said condenser lens array in claim 1 at the irradiation appearance side of said polarization sensing element.

[Claim 6] It is the polarization lighting system characterized by at least one being an eccentric system lens among said two or more condenser lenses which constitute said condenser lens array in claim 5.

[Claim 7] The breadth of said condenser lens which constitutes [ in / claim 1 thru/or among 6 / one of terms ] said condenser lens array is a polarization lighting system characterized by being equal to the breadth of said polarization beam splitter.

[Claim 8] It is the polarization lighting system characterized by said rectangle condenser lens being an oblong rectangle configuration in one of terms claim 1 thru/or among 7.

[Claim 9] It is the polarization lighting system characterized by said condenser lens which constitutes said condenser lens array being said rectangle condenser lens and analog which constitute said lens plate in one of terms among claims 1-8.

[Claim 10] It is the polarization lighting system which superimposes the light which condenses the light by which outgoing radiation is carried out from the light source section, forms two or more secondary light source images, and forms said two or more secondary light source images on a lighting field with a condenser lens array and/or a lens, respectively,

Each of the light which forms said two or more secondary light source images is divided into adjacent P polarization light and S polarization light of a pair by the polarization separation prism array equipped with two or more polarization beam splitters arranged by turns and two or more reflective mirrors,

Said adjacent polarization direction of P polarization light of a pair and S polarization light is arranged by the polarization sensing element,

The polarization lighting system characterized by things.

[Claim 11] It is the polarization lighting system characterized by arranging said condenser lens array in claim 10 at the optical incidence side of said polarization separation prism array.

[Claim 12] The polarization lighting system characterized by arranging said lens at the irradiation appearance side of said polarization sensing element in claim 11.

[Claim 13] It is the polarization lighting system characterized by at least one being an eccentric system lens among two or more condenser lenses which constitute said condenser lens array in claim 11.

[Claim 14] It is the polarization lighting system characterized by arranging said condenser lens array in claim 11 at the irradiation appearance side of said polarization sensing element.

[Claim 15] It is the polarization lighting system characterized by at least one being an eccentric system lens among two or more condenser lenses which constitute said condenser lens array in claim 14.

[Claim 16] The breadth of the condenser lens which constitutes [ in / claim 10 thru/or among 15 / one of terms ] said condenser lens array is a polarization lighting system characterized by being equal to the breadth of said polarization beam splitter.

[Claim 17] Said polarization separation prism array is a polarization lighting system characterized by having the square pole-like prism composition object with which the reflective film was formed in the interior as said reflective mirror while having the square pole-like prism composition object with which said polarization demarcation membrane was formed in the interior as said polarization beam splitter in claim 1 thru/or the term of either of 16.

[Claim 18] It is the polarization lighting system characterized by forming said polarization sensing element with the phase contrast plate in claim 1 thru/or the term of either of 17.

[Claim 19] It is the polarization lighting system characterized by said phase contrast plates being  $\lambda/2$  phase-contrast plate in claim 18.

[Claim 20] It is the polarization lighting system characterized by forming said polarization sensing element with the Twisted Nematic liquid crystal in claim 1 thru/or the term of either of 17.

[Claim 21] The projection mold display characterized by having the polarization lighting system indicated by claim 1 thru/or the term of either of 20, modulating the flux of light from said polarization lighting system, and indicating by



projection.

[Claim 22] The projection mold display characterized by having the modulation means equipped with the liquid crystal light valve in which the polarization light contained in the flux of light from the polarization lighting system indicated by claim 1 thru/or the term of either of 20 and this polarization lighting system is modulated, and image information is included, and the projection optical system which indicates the modulation flux of light by projection.

[Claim 23] The projection mold display characterized by to be given a projection indication of the synthetic flux of light which has further a colored-light separation means divide the flux of light from said polarization lighting system into the two or more flux of lights, and a colored-light composition means compound the modulation flux of light after becoming irregular with said modulation means, in claim 22, and was acquired by the colored-light composition means concerned through said projection optical system.

[Procedure amendment 2]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0008

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the polarization lighting system of this invention A lens plate for the polarization direction to consist of two or more rectangle condenser lenses which have the light source section which carries out outgoing radiation of the random light, and a rectangle-like appearance, condense the light by which outgoing radiation is carried out from said light source section, and form two or more secondary light source images, The configuration which has the condenser lens array and polarization separation prism array which have been arranged near the location in which said two or more secondary light source images are formed, and a polarization sensing element is adopted. Said condenser lens array consists of two or more condenser lenses. Furthermore, said polarization separation prism array It is what divides into P polarization light and S polarization light of an adjacent pair each of two or more light condensed with said two or more rectangle condenser lenses. It consisted of two or more polarization beam splitters and two or more reflective mirrors, and said polarization sensing element arranges the polarization direction of said P polarization light and S polarization light, and the configuration arranged at the outgoing radiation side side of said polarization separation prism array is used for it.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-304739

(43) 公開日 平成8年(1996)11月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 27/28			G 0 2 B 27/28	Z
G 0 2 F 1/13	5 0 5		G 0 2 F 1/13	5 0 5
1/1335			1/1335	
H 0 4 N 5/74			H 0 4 N 5/74	A
9/31			9/31	C
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 15 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-34127

(22) 出願日 平成8年(1996)2月21日

(31) 優先権主張番号 特願平7-50175

(32) 優先日 平7(1995)3月9日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 伊藤 嘉高

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 米野 邦夫

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

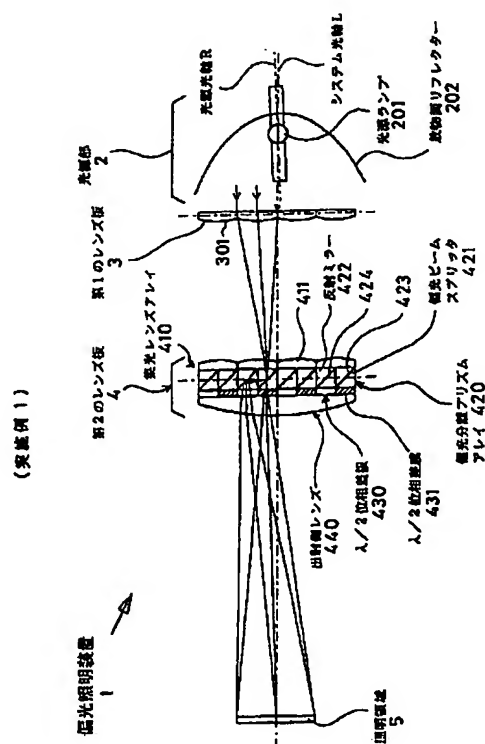
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 偏光照明装置および投写型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 インテグレート光学系と偏光変換光学系を組み合わせた光利用効率の高い偏光照明装置を小型でコンパクトに構成すること。

【解決手段】 偏光照明装置1は、偏光方向がランダムな光を出射する光源部2と、矩形状の外形を有する複数の矩形集光レンズから構成され、前記光源から出射される光を集光して、複数の2次光源像を形成するための第1のレンズ板3と、前記複数の2次光源像が形成される位置の近傍に置かれ、集光レンズアレイ、偏光分離プリズムアレイ420、 $\lambda/2$ 位相差板430、および出射側レンズ440を備えた第2のレンズ板4とを有している。インテグレート光学系を構成する第1のレンズ板3によって微小な2次光源像を生成した段階で、偏光光の分離が行なわれる。よって、偏光光の分離に伴う光路の空間的な広がりを抑制できるので、偏光変換光学系を備えているにもかかわらず、偏光照明装置の小型化を達成できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 偏光方向がランダムな光を出射する光源部と、

矩形状の外形を有する複数の矩形集光レンズから構成され、前記光源部から出射される光を集光して複数の2次光源像を形成するための第1のレンズ板と、

前記複数の2次光源像が形成される位置の近傍に置かれ、集光レンズアレイ、偏光分離プリズムアレイ、 $\lambda/2$ 位相差板、および出射側レンズを備えた第2のレンズ板とを有し、

前記集光レンズアレイは複数の集光レンズからなり、前記偏光分離プリズムアレイは、ランダムな偏光光をP偏光光とS偏光光に分離するものであって、複数の偏光ビームスプリッタと複数の反射ミラーから構成され、

前記 $\lambda/2$ 位相差板は前記偏光分離プリズムアレイの出射面の側に配置されており、

前記出射側レンズは前記 $\lambda/2$ 位相差板の出射面の側に配置されていることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項2】 請求項1において、前記第2のレンズ板を構成する前記集光レンズは、前記第1のレンズ板を構成する前記矩形集光レンズと相似形であることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項3】 請求項1において、前記第2のレンズ板を構成する前記の複数の偏光ビームスプリッタは、前記第1のレンズ板を構成する前記矩形集光レンズのそれぞれによって形成される前記2次光源像の大きさ及び形状に対応する寸法形状に設定されていることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項4】 請求項3において、前記第2のレンズ板を構成する前記集光レンズは、前記第1のレンズ板を構成する前記矩形集光レンズのそれぞれによって形成される前記2次光源像の大きさ及び形状に対応する寸法形状に設定されていることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項5】 請求項1ないし4のうちの何れかの項において、前記光源部と前記第1のレンズ板の間には、変角レンズが配置されていることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項6】 請求項5において、前記変角レンズは前記第1のレンズ板と一体化されていることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項7】 請求項1ないし4のうちの何れかの項において、前記第1のレンズ板を構成する前記矩形集光レンズのうちの少なくとも一つは偏心系のレンズであることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項8】 請求項1ないし4のうちの何れかの項において、前記第2のレンズ板の前記集光レンズアレイを構成する前記集光レンズのうちの少なくとも一つは偏心系レンズであることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項9】 請求項8において、少なくとも前記集光レンズアレイの前記偏心系レンズの偏心量を調整するこ

とにより、前記第2のレンズ板の構成要素である前記出射側レンズを省略したことを特徴とする偏光照明装置。

【請求項10】 請求項1ないし4のうちの何れかの項において、前記光源部の光軸および前記第1のレンズ板をシステム光軸に対して前記偏光ビームスプリッタの横幅の半分の量だけ平行移動した位置に配置してあることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項11】 請求項1ないし10のうちの何れかの項において、前記第2のレンズ板の前記集光レンズアレイを構成する前記集光レンズの横幅は、前記偏光ビームスプリッタの横幅に等しいことを特徴とする偏光照明装置。

【請求項12】 請求項1ないし11のうちの何れかの項において、前記 $\lambda/2$ 位相差板はTN（ツイステッド・ネマチック）液晶で形成されていることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項13】 請求項1ないし12のうちの何れかの項において、前記偏光分離プリズムアレイは、前記偏光ビームスプリッタとして、内部に前記偏光分離膜が形成された四角柱状のプリズム合成体を有していると共に、前記反射ミラーとして、内部に反射膜が形成された四角柱状のプリズム合成体を有していることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項14】 請求項13において、前記偏光分離膜が形成された前記プリズム合成体と前記反射ミラーが形成された前記プリズム合成体は、前記システム光軸に対して直角の方向に一直列に配列されていることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項15】 請求項14において、前記偏光分離膜が形成された前記プリズム合成体と前記反射ミラーが形成された前記プリズム合成体は、前記システム光軸に対して直角の方向に交互に配列されていると共に、前記偏光分離膜のそれぞれが前記システム光軸に対してほぼ同一の傾斜角度となるように配列されていることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項16】 請求項14において、前記偏光分離膜が形成された前記プリズム合成体と前記反射ミラーが形成された前記プリズム合成体は、前記システム光軸に対して直角の方向に配列されていると共に、前記偏光分離膜のそれぞれが前記システム光軸の両側では、当該光軸に対して左右対称な傾斜角度で配列されていることを特徴とする偏光照明装置。

【請求項17】 偏光照明装置と、この偏光照明装置からの光束に含まれる偏光光を変調して画像情報を含ませる液晶ライトバルブを備えた変調手段と、変調光束をスクリーン上に投写表示する投写光学系とを有する投写型表示装置において、前記偏光照明装置は、

偏光方向がランダムな光を出射する光源と、矩形状の外形を有する複数の矩形集光レンズから構成され、前記光源から出射される光を集光して、複数の2次光源像を形

成するための第1のレンズ板と、前記複数の2次光源像が形成される位置の近傍に置かれ、集光レンズアレイ、偏光分離プリズムアレイ、出射側レンズおよび入/2位相差板を備えた第2のレンズ板とを有し、

前記集光レンズアレイは複数の集光レンズからなり、前記偏光分離プリズムアレイはランダムな偏光光をP偏光光とS偏光光に分離するものであって、複数の偏光ビームスプリッタと複数の反射ミラーから構成され、前記入/2位相差板は偏光分離プリズムアレイの出射面の側に配置されていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項18】 請求項17において、更に、前記偏光照明装置からの光束を2つ以上の光束に分離する色光分離手段と、前記変調手段によって変調された後の変調光束を合成する色光合成手段とを有し、当該色光合成手段により得られた合成光束が前記投写光学系を介してスクリーン上に投写表示されるようになっていていることを特徴とする投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、偏光方向を揃えた偏光光を用いて矩形の照明領域などを均一に照明する偏光照明装置に関するものである。また、本発明は、この偏光照明装置から出射された偏光光を液晶ライトバルブにより変調して映像をスクリーン上に拡大表示する投写型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 液晶ライトバルブ等の矩形の照明領域を均一に照明する光学系としては、従来より、2枚のレンズ板を用いたインテグレート光学系が知られている。インテグレート光学系は、例えば、特開平3-111806号公報に開示されており、液晶ライトバルブを用いた投写型表示装置の照明装置としてすでに実用化されている。

【0003】 インテグレート光学系は、原理的には露光機に使用されているものと同一であり、光源からの光束を、第1のレンズ板を構成している複数の矩形集光レンズによって分割して、各矩形集光レンズにより切りだされたイメージ（光源像）を各矩形集光レンズに対応した集光レンズ群を備えた構成の第2のレンズ板を介して一か所の照明領域上に重畳結像させるものである。この光学系では、光源光の利用効率（照明効率）が向上すると共に、液晶ライトバルブを照明する光の強度分布をほぼ一様にすることができる。

【0004】 一方、偏光光を変調するタイプの液晶ライトバルブを用いた一般的な投写型表示装置では、一種類の偏光光しか利用できないため、ランダムな偏光光を発する光源からの光の内の約半分は利用されない。そこで、利用されない光を利用可能とすることにより光の利用効率を高めるようにした提案がなされている。代表的な例は、EURODISPLAY '90 PROCE

EDINGSの64頁から67頁に開示されているように、主に偏光ビームスプリッターと入/2位相差板を備えた偏光変換光学系を利用している。偏光変換光学系は、液晶ライトバルブでは利用できない種類の偏光光を、当該液晶ライトバルブが利用できる種類の偏光光に変換して、光源光の利用効率を高めるものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ここで、上記のインテグレート光学系と偏光変換光学系を組み合わせることにより、光源光からの光の利用効率を一層向上させることが可能である。しかし、これらを単純に組み合わせた場合には、光学系全体の横幅が約2倍に拡大してしまう。このため、Fナンバーの小さな極めて大口径の投写レンズを使用しない限り、投写型表示装置における光利用効率を向上できないばかりか、光学系の小型化を達成することが困難になってしまう。

【0006】 本発明の課題は、この点に鑑みて、インテグレート光学系と偏光変換光学系を組み合わせた光利用効率の高い偏光照明装置を小型でコンパクトに構成することにある。

【0007】 また、本発明の課題は、このような光利用効率が高く、小型でコンパクトな偏光照明装置を用いることにより、Fナンバーの小さい大口径の投写レンズを使用することなく、明るい投写画像を得ることの可能な投写型表示装置を実現することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するために、本発明の偏光照明装置は、偏光方向がランダムな光を出射する光源部と、矩形の外形を有する複数の矩形集光レンズから構成され、前記光源部から出射される光を集光して、複数の2次光源像を形成するための第1のレンズ板と、前記複数の2次光源像が形成される位置の近傍に置かれ、集光レンズアレイ、偏光分離プリズムアレイ、入/2位相差板、および出射側レンズを備えた第2のレンズ板とを有する構成を採用している。さらに、前記第2のレンズ板においては、前記集光レンズアレイは複数の集光レンズからなり、前記偏光分離プリズムアレイはランダムな偏光光をP偏光光およびS偏光光に分離するものであって、複数の偏光ビームスプリッタと複数の反射ミラーから構成され、前記入/2位相差板は前記偏光分離プリズムアレイの出射面の側に配置されており、前記出射側レンズは前記入/2位相差板の出射面の側に配置された構成を採用している。

【0009】 本発明の偏光照明装置においては、複数の微小な矩形集光レンズからなる第1のレンズ板によって複数の微小な光束（2次光源像）を形成し、これらの光束を偏光方向が異なるP偏光光およびS偏光光に分離した後に、一方の偏光光または双方の偏光光の偏光面を回転させて、偏光面が揃った状態にしている。したがって、偏光方向の揃った一種類の偏光光を照射することが

できる。このため、光利用効率が高く高品位な照明光を得ることができる。

【0010】また、偏光ビームスプリッタを単純に用いて偏光照明光学系を構成することは可能であるが、その場合には、光学系全体の横幅が約2倍に拡大してしまうので、光学系の小型化が極めて困難となる等の不都合を生ずる。本発明では、インテグレート光学系の特徴である微小な2次光源像の生成というプロセスを利用して偏光光の分離を行なっているので、偏光光の分離に伴う光路の空間的な広がりを抑制できる。したがって、偏光変換光学系を備えているにもかかわらず、偏光照明装置の小型化を達成できる。

【0011】一方、本発明の投写型表示装置は、その照明装置として上記構成の偏光照明装置を備えたことを特徴としている。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の偏光照明装置においては、前記第2のレンズ板を構成する前記集光レンズは、前記第1のレンズ板を構成する前記矩形集光レンズと相似形とすることができる。

【0013】この代わりに、前記第2のレンズ板を構成する前記集光レンズのそれぞれの大きさおよび形状を異なったものにしてもよい。すなわち、前記第1のレンズ板を構成する前記矩形集光レンズのそれぞれによって形成される2次光源像の大きさおよび形状に対応させて、これらの2次光源像が形成される前記偏光ビームスプリッタのそれぞれの大きさおよび形状を設定する構成を採用することができる。この場合には、前記第2のレンズ板を構成している各集光レンズも、対応する偏光ビームスプリッタの大きさおよび形状に対応した大きさおよび形状となるように設定される。

【0014】このように、形成される2次光源像の大きさ及び形状に対応させて、すなわち、当該2次光源像を包含するに足る大きさ及び形状となるように各集光レンズおよび偏光ビームスプリッタの大きさおよび形状を設定すれば、光の利用効率を向上させることができる。また、照度分布の均一化を図ることができる。

【0015】なお、一般的には、システム光軸の側である中心側において大きな2次光源像が形成され、その周辺側に向かうに伴って、形成される2次光源像は小さくなる。したがって、中心側の集光レンズおよび偏光ビームスプリッタを大きなものとし、周辺側のものを小さなものとすればよい。

【0016】ここで、集光レンズは同一の大きさおよび形状のものを使用し、各偏光ビームスプリッタのみを、それらの大きさおよび形状が、形成される2次光源像に対応するものとなるようにしてもよい。この場合においても、光の利用効率を向上させることができ、また、照度分布の均一化を図ることができる。

【0017】次に、第1のレンズ板により形成される2

次光源像が偏光ビームスプリッタの部分に位置するように、光源部はその光源光軸がシステム光軸に対して僅かな角度をなすように配置する必要がある。この代わりに、変角プリズムを配置することで、光源光軸Rをシステム光軸Lと一致させ、光源部を傾けずに配置させることが出来る。例えば、光源部と第1のレンズ板の間に、変角レンズを配置する構成を採用することができる。変角レンズは、第1のレンズ板に対して一体化させることもできる。

10 【0018】変角レンズを使用する代わりに、第1のレンズ板を構成する矩形集光レンズを偏心系のレンズとすることもできる。この代わりに、第2のレンズ板の側の集光レンズアレイを構成する集光レンズを偏心系レンズとしてもよい。第2のレンズ板の側の集光レンズアレイを構成する集光レンズを偏心系レンズとする場合には、各偏心系レンズの偏心量および反射ミラーの反射膜の角度を調整することにより、第2のレンズ板の構成要素である出射側レンズを省略することができる。

20 【0019】一方、光源部の光源光軸がシステム光軸に対して傾斜するように光学系を構成する代わりに、次の構成を採用して、第1のレンズ板により形成される2次光源像を偏光ビームスプリッタの部分に位置させることもできる。すなわち、光源光軸がシステム光軸に対して、偏光ビームスプリッタの横幅の半分の量だけ当該偏光ビームスプリッタの配列方向に向けて平行移動した状態となるように光学系を構成すればよい。この場合には、光源光軸の移動に対応させて、第1のレンズ板も同一の量だけ同一方向に平行移動させて、当該第1のレンズ板の中心を光源光軸に合わせる。

30 【0020】なお、第2のレンズ板の集光レンズアレイを構成している集光レンズは、実際に必要な部分は偏光ビームスプリッタの横幅に対応する部分である。したがって、各集光レンズの横幅を、少なくとも、偏光ビームスプリッタの横幅に等しい寸法に設定すればよい。

【0021】また、 $\lambda/2$ 位相差板としてはTN（ツイステッド・ネマチック）液晶で形成されたものを使用することができる。

40 【0022】次に、前述した偏光分離プリズムアレイは、偏光ビームスプリッタとして、内部に偏光分離膜が形成された四角柱状のプリズム合成体を有していると共に、反射ミラーとして、内部に反射膜が形成された四角柱状のプリズム合成体を有している構成のものを採用できる。

【0023】この場合、偏光分離膜が形成されたプリズム合成体と反射ミラーが形成されたプリズム合成体は、システム光軸に対して直角の方向に一行に配列した構成とすることができる。

50 【0024】例えば、偏光分離膜が形成されたプリズム合成体と反射ミラーが形成されたプリズム合成体は、システム光軸光軸に対して直角の方向に交互に配列すると

共に、偏光分離膜のそれぞれをシステム光軸に対してほぼ同一の傾斜角度となるように配列した構成を採用できる。

【0025】この代わりに、偏光分離膜が形成されたプリズム合成体と反射ミラーが形成されたプリズム合成体を、システム光軸に対して直角の方向に配列すると共に、偏光分離膜のそれぞれがシステム光軸の両側では、当該光軸に対して左右対称な傾斜角度となるように配列する構成を採用してもよい。

【0026】一方、上記の各構成の偏光照明装置を備えた本発明の投写型表示装置においては、一般的には、偏光照明装置からの光束を少なくとも2つの光束に分離する色光分離手段と、変調手段によって変調された後の変調光束を合成する色光合成手段とを有し、当該色光合成手段により得られた合成光束を投写光学系を介してスクリーン上にカラー画像として投写表示する構成とされる。

【0027】

【実施例】以下に、図面を参照して本発明の各実施例を説明する。

【0028】（実施例1）図1は、実施例1の偏光照明装置の要部を平面的にみた概略構成図である。本例の偏光照明装置1はシステム光軸Lに沿って配置した光源部2、第1のレンズ板3、第2のレンズ板4から大略構成されている。光源部2から出射された光は、第1のレンズ板3により第2のレンズ板4内に集光され、第2のレンズ板4を通過する過程においてランダムな偏光光は偏光方向が揃った1種類の偏光光に変換され、照明領域5に至るようになっている。

【0029】光源部2は、光源ランプ201と、放物面リフレクター202から大略構成されている。光源ランプ201から放射されたランダムな偏光光は、放物面リフレクター202によって一方向に反射されて、略平行な光束となって第1のレンズ板3に入射される。ここで、放物面リフレクター202に代えて、楕円面リフレクター、球面リフレクターなども用いることができる。光源光軸Rはシステム光軸Lに対して一定の角度だけ傾斜させてある。

【0030】図2には第1のレンズ板3の外観を示してある。この図に示すように、第1のレンズ板3は矩形状の輪郭をした微小な矩形集光レンズ301が縦横に複数配列した構成である。第1のレンズ板3に入射した光は、矩形集光レンズ301の集光作用により、システム光軸Lと垂直な平面内に矩形集光レンズ301の数と同数の集光像を形成する。この複数の集光像は光源ランプの投写像に他ならないため、以下では2次光源像と呼ぶものとする。

【0031】次に、再び図1を参照して本例の第2のレンズ板4について説明する。第2のレンズ板4は、集光レンズアレイ410、偏光分離プリズムアレイ420、

入/2位相差板430、及び出射側レンズ440から構成される複合積層体であり、第1のレンズ板3による2次光源像が形成される位置の近傍における、システム光軸Lに対して垂直な平面内に配置されている。この第2のレンズ板4は、インデクレータ光学系の第2のレンズ板としての機能、偏光分離素子としての機能、および偏光変換素子としての機能を併せ持っている。

【0032】集光レンズアレイ410は第1のレンズ板3とほぼ同様な構成となっている。即ち、第1のレンズ板3を構成する矩形集光レンズ301と同数の集光レンズ411を複数配列したものであり、第1のレンズ板3からの光を集光する作用がある。集光レンズアレイ410は、インテグレータ光学系の第2のレンズ板に相当するものである。

【0033】集光レンズアレイ410を構成する集光レンズ411と第1のレンズ板3を構成する矩形集光レンズ301とは、全く同一の寸法形状及びレンズ特性を有する必要はない。光源部2からの光の特性に応じて各々最適化されることが望ましい。しかし、偏光ビームプリズムアレイ420に入射する光は、その主光線の傾きがシステム光軸Lと平行であることが理想的である。この点から、集光レンズ411は第1のレンズ板3を構成する矩形集光レンズ301と同一のレンズ特性を有するものか、或いは矩形集光レンズ301と相似形の形状をしている同一レンズ特性を有するものとする場合が多い。

【0034】図3には偏光分離プリズムアレイ420の外観を示してある。この図に示すように、偏光分離プリズムアレイ420は、内部に偏光分離膜を備えた四角柱状のプリズム合成体からなる偏光ビームスプリッター421と、同じく内部に反射膜を備えた四角柱状のプリズム合成体からなる反射ミラー422とからなる対を基本構成単位とし、その対を平面的に複数配列（2次光源像が形成される平面内に配列される）したものである。集光レンズアレイ410を構成する集光レンズ411に対して1対の基本構成単位が対応するように規則的に配置されている。また、1つの偏光ビームスプリッター421の横幅Wpと1つの反射ミラー422の横幅Wmは等しい。さらに、この例では集光レンズアレイ410を構成する集光レンズ411の横幅の1/2となるように、WpおよびWmの値は設定されているが、これに限定されない。

【0035】ここで、第1のレンズ板3により形成される2次光源像が偏光ビームスプリッター421の部分に位置するように、偏光分離プリズムアレイ420を含む第2のレンズ板4が配置されている。そのために、光源部2はその光源光軸Rがシステム光軸Lに対して僅かに角度をなすように配置されている。

【0036】図1および図3を参照して説明すると、偏光分離プリズムアレイ420に入射したランダムな偏光光は偏光ビームスプリッター421により偏光方向の異

10

20

30

40

50



なるP偏光光とS偏光光の2種類の偏光光に分離される。P偏光光は進行方向を変えずに偏光ビームスプリッター421をそのまま通過する。他方、S偏光光は偏光ビームスプリッター421の偏光分離膜423で反射して進行方向を約90度変え、隣接する反射ミラー422（対をなす反射ミラー）の反射面424で反射して進行方向を約90度変え、最終的にはP偏光光とほぼ平行な角度で偏光分離プリズムアレイ420より出射される。

【0037】偏光分離プリズムアレイ420の出射面には、 $\lambda/2$ 位相差膜431が規則的に配置された $\lambda/2$ 位相差板430が設置されている。すなわち、偏光分離プリズムアレイ420を構成する偏光ビームスプリッター421の出射面部分にのみ $\lambda/2$ 位相差膜431が配置され、反射ミラー422の出射面部分には $\lambda/2$ 位相差膜431は配置されていない。この様な $\lambda/2$ 位相差膜431の配置状態により、偏光ビームスプリッター421から出射されたP偏光光は、 $\lambda/2$ 位相差膜431を通過する際に偏光面の回転作用を受けS偏光光へと変換される。他方、反射ミラー422から出射されたS偏光光は $\lambda/2$ 位相差膜431を通過しないので、偏光面の回転作用は一切受けず、S偏光光のまま $\lambda/2$ 位相差板430を通過する。以上をまとめると、偏光分離プリズムアレイ420と $\lambda/2$ 位相差板430により、ランダムな偏光光は1種類の偏光光（この場合はS偏光光）に変換されたことになる。

【0038】このようにしてS偏光光に揃えられた光束は、出射側レンズ440により照明領域5へと導かれ、照明領域5上で重畳結合される。すなわち、第1のレンズ板3により切り出されたイメージ面は、第2のレンズ板4により照明領域5上に重畳結像される。これと同時に、途中の偏光分離プリズムアレイ420によりランダムな偏光光は偏光方向が異なる2種類の偏光光に空間的に分離され、 $\lambda/2$ 位相差板430を通過する際に1種類の偏光光に変換されて、殆ど全ての光が照明領域5へと達する。このため、照明領域5は殆ど1種類の偏光光でほぼ均一に照明されることになる。

【0039】以上説明したように、本例の偏光照明装置1によれば、光源部2から放射されたランダムな偏光光を第1のレンズ板3により偏光分離プリズムアレイ420の所定の微小な領域に集光し、偏光方向が異なる2種類の偏光光に空間的に分離した後、各偏光光を $\lambda/2$ 位相差板430の所定の領域に導いて、P偏光光をS偏光光に変換する。従って、光源部2から放射されたランダムな偏光光を殆どS偏光光に揃えた状態で照明領域5に照射出来るという効果を奏する。また、偏光光の変換過程においては光損失を殆ど伴わないため、光源光の利用効率が極めて高いという特徴を有する。

【0040】さらに、本例では、横長の矩形形状である照明領域5の形状に合わせて、第1のレンズ板3を構成する微小な矩形集光レンズ301を横長の矩形形状と

し、同時に、偏光分離プリズムアレイ420から出射された2種類の偏光光を横方向に分離する形態となっている。このため、横長の矩形形状を有する照明領域5を照明する場合でも、光量を無駄にすることなく、照明効率を高めることが出来る。

【0041】一般に偏光ビームスプリッターを用いてランダムな偏光光をP偏光光とS偏光光に単純に分離すると、偏光ビームスプリッターから出射される光束の幅は2倍に広がり、それに伴って光学系も大型化してしまう。しかし、本発明の偏光照明装置では、インテグレート光学系の特徴である微小な2次光源像の生成というプロセスを上手く利用して、偏光光を分離することに起因して生ずる光束幅の広がりを吸収しているため、光束の幅は広がらず、小型の光学系を実現できる特徴がある。

【0042】（実施例2）実施例1においては、第1のレンズ板3により形成される2次光源像が偏光ビームスプリッター421の部分に位置するように、光源部2はその光源光軸Rがシステム光軸Lに対して僅かな角度をなすように配置する必要があったが、変角プリズムを配置することで、光源光軸Rをシステム光軸Lと一致させ、光源部を傾けずに配置させることが出来る。

【0043】図4に示す実施例2に係わる偏光照明装置10は、変角プリズムを使用した例である。この図に示すように、偏光照明装置10では、変角プリズム6が光源部2と第1のレンズ板3の間に配置されている。光源部2から変角プリズム6に入射した光は、変角プリズムにより進行方向を僅かに曲げられ、垂直ではないある角度を伴って第1のレンズ板3に入射し、偏光ビームスプリッター421の所定の位置に達する。

【0044】このようにして、第1のレンズ板3により形成される2次光源像の位置を変角プリズム6を設置することにより自在に設定できる。したがって、光源部2をシステム光軸L上に配置することが出来、光学系の作製がより簡単、且つ容易となる。

【0045】ここで、本例では、変角プリズム6を第1のレンズ板3の入射側の面に対して一体化してある。このために、変角プリズム6と第1のレンズ板3との間で光の反射損失の原因となる界面の数を減少できる。変角プリズム6を第1のレンズ板3に対して一体化することにより、光源部2からの光を、損失することなく第2のレンズ板4へ導くことが出来る。

【0046】（実施例3）システム光軸Lに対して僅かに傾けた状態で配置する必要がある光源部2をシステム光軸L上に配置できるようにするためには、上記の実施例2で示した方法以外にも、第1のレンズ板3を構成する矩形集光レンズ301を偏心系のレンズにする方法によっても実現可能である。図5に示す実施例3は、このような構成を備えた偏光照明装置である。

【0047】図5に示すように、本例の照明装置100では偏心系微小集光レンズ310により第1のレンズ板

3を構成し、第1のレンズ板3を出射する光束の主光線を僅かに傾け、偏光ビームスプリッタ421の所定の位置に2次光源像が形成されるように設定してある。このため、光源部2をシステム光軸L上に配置でき、光学系の作製がより簡単、且つ容易となる。

【0048】(実施例4)上記の実施例1乃至3において用いた第2のレンズ板4は、何れも集光レンズアレイ410と出射側レンズ440を備えている。偏光ビームプリズムアレイ410に入射する光は、その主光線の傾きがシステム光軸Lと平行であることが理想的であることから、集光レンズアレイ421は第1のレンズ板3を構成する矩形集光レンズ301と同一のレンズにより構成される場合が多く、また、出射側レンズ440は第2のレンズ板4上のシステム光軸Lから離れた異なる位置を通過した光束を所定の照明領域5上に重畳結合させるために必要である。

【0049】しかし、集光レンズアレイ410を偏心系のレンズとすると共に、反射ミラー422の反射面424の設置角度を工夫することにより、出射側レンズ440を省略することが可能である。図6には、この構成を備えた実施例4に係わる偏光照明装置を示してある。

【0050】図6に示すように、本例では偏心系集光レンズ412、413を用いて集光レンズアレイ410を構成しているため、集光レンズアレイ410の部分において偏光ビームスプリッター421を通過するP偏光の主光線を照明領域の中心51に向けることが出来る。システム光軸Lから離れた位置にある偏光ビームスプリッター421を通過する光束に対しては、偏心系集光レンズ412の偏心量を大きくすることにより対応できる。一方、偏光ビームスプリッター421及び反射ミラー422を経て出射されるS偏光に対しても、反射ミラー422の反射面424の設置角度を適当な値とすることで、S偏光の主光線を照明領域の中心51に向けることが出来る。勿論、この場合には、システム光軸Lからの距離に応じて反射面の設置角度を個々に最適化する必要がある。

【0051】以上のような構成とすることにより、出射側レンズ440は不要となり、光学系の低コスト化が可能となる。

【0052】また、本例のように出射側レンズを使用しない構成では、集光レンズアレイ410の設置場所は偏光分離プリズムアレイ420の光源側に限定されることはなく、集光レンズアレイ410を構成する偏心系集光レンズ412、413のレンズ特性、及び偏光分離プリズムアレイ420の偏光分離膜423と反射膜424の配置角度によっては、集光レンズアレイ410を偏光分離プリズムアレイ420よりも照明領域5の側に設置することもできる。

【0053】(実施例5)上記の実施例1乃至3においては、何れの場合も光源部2及び第1のレンズ板3をシ

ステム光軸L上に配置し、光源部2の向きや、或いは第1のレンズ板3のレンズ特性を調節することにより、偏光ビームスプリッタ421の所定の位置に2次光源像を結像させていた。これらに対して、光源部2及び第1のレンズ板3をシステム光軸Lに対して平行移動させることによって、同様の結果を得ることが出来る。

【0054】さらに、第2のレンズ板4の集光レンズアレイ410を構成する集光レンズ411の横方向の大きさ(横幅)に着目すると、2次光源像の結像位置は常に偏光ビームスプリッタ421上に限定されることから、集光レンズ411の横幅は偏光ビームスプリッタ421の横幅 $W_p$ に等しい大きさであれば、十分機能することが判る。

【0055】以上の内容を盛り込んだ具体例を、図7において実施例5に係る偏光照明装置300として示してある。本例においては、システム光軸Lに対して、偏光ビームスプリッタ421の横幅 $W_p$ の1/2に相当する移動量(=D)だけ、偏光分離プリズムアレイ420において偏光ビームスプリッタ421が存在する方向(図では下方向)に、光源部2及び第1のレンズ板3を平行移動した状態で配置してある。また、偏光ビームスプリッタ421の横幅 $W_p$ と等しいレンズ幅(横幅)を有する集光ハーフレンズ414を用いて、偏光ビームスプリッタの存在場所に対応させて配列することにより、第2のレンズ板4の集光レンズアレイ410を構成してある。

【0056】以上のような構成とすることにより、光学系の設計が容易になると共に、光学系の低コスト化が可能となっている。

【0057】(実施例5の変形例)上記の実施例5においては、2次光源像の結像位置は常に偏光ビームスプリッタ421上に限定される点に着目して、集光レンズ411として、その横幅が偏光ビームスプリッタ421の横幅 $W_p$ に等しい大きさの集光ハーフレンズ414を使用している。このような集光ハーフレンズ414は、通常の集光レンズ、例えば前述した実施例1ないし3に示す集光レンズ411の両端をカットすることにより製作される。

【0058】しかしながら、場合によっては集光ハーフレンズ414を採用するよりも、実施例1ないし3に示すような通常の集光レンズ411を使用した方がコストの点等において有利な場合もある。

【0059】図8には、この点を考慮して、集光ハーフレンズ414の代わりに、実施例1乃至3において使用している集光レンズ411を使用した場合の構成例を示してある。この図に示す偏光照明装置300Aは、全体の構成は上記の実施例5に係る偏光照明装置300と同一である。異なる点は、集光レンズアレイ410を構成している集光レンズとして、ハーフレンズではなく実施例1ないし3で使用しているものと同様な集光レンズ4

11であることと、これらの集光レンズ411が偏光ビームスプリッタ421の幅方向に向けて、その幅Wpの半分の量だけ移動した位置にあることである。

【0060】(実施例6) 上述した各実施例においては、第2のレンズ板4の構成要素の一つである偏光分離プリズムアレイ420に形成されている偏光ビームスプリッタ421の偏光分離膜423および反射ミラー422の反射面424は、システム光軸Lに対して同一方向に傾斜している。この構成を採用する代わりに、偏光分離膜423および反射膜424の傾斜方向がシステム光軸Lに対して左右対象となる構成を採用することもできる。

【0061】図9には、この構成を備えた偏光分離プリズムアレイが組み込まれた偏光照明装置500を示してある。本例の偏光照明装置500も、前述した各実施例と同様に、システム光軸Lに沿って配置した光源部2、第1のレンズ板3、第2のレンズ板4から大略構成されている。光源部2から出射された光は、第1のレンズ板3により第2のレンズ板4内に集光され、第2のレンズ板4を通過する過程においてランダムな偏光光は偏光方向が揃った1種類の偏光光に変換され、照明領域5に至るようになっている。

【0062】この偏光照明装置500の第1のレンズ板3は、その中心側であるシステム光軸Lの側には、偏心レンズからなる微小集光レンズ311が配列され、その外側には通常の微小集光レンズ312が配列されている。偏心レンズからなる微小集光レンズ311は、システム光軸Lに対して軸対称に配列されて、照明領域5での明るさの均一化が図られている。

【0063】第2のレンズ板4は、前述の各実施例と同様に、その光入射側から、集光レンズアレイ410、偏光分離プリズムアレイ420、 $\lambda/2$ 位相差板430、および出射側レンズ440がこの順序で配列された構成となっている。第2のレンズ板4は、第1のレンズ板3による2次光源像が形成される位置の近傍の、システム光軸Lに対して垂直な平面内に配置されている。

【0064】集光レンズアレイ410において、第1のレンズ板3の偏心レンズからなる各微小集光レンズ311による2次光源像の形成位置近傍には、同じく偏心レンズからなる集光レンズ415が配置されている。また、第1のレンズ板3の各微小集光レンズ312による2次光源像の形成位置近傍には、通常の同心系の集光レンズ416が配置されている。ここで、集光レンズアレイ410を構成している各集光レンズ415、416は、ここに形成される2次光源像を包含するのに十分な大きさに設定されている。すなわち、システム光軸Lの中心側に形成される2次光源像は、その外周側に形成される2次光源像よりも大きい。このために、本例では、システム光軸Lの側、すなわち集光レンズアレイ410の中心側に位置している偏心集光レンズ415の方を周

辺側に位置している集光レンズ416に比べて大きな寸法に設定してある。

【0065】このように、第2のレンズ板4の側の集光レンズアレイ410を構成している集光レンズ415、416の大きさを、第2のレンズ板の中心側のものと周辺側のものとは変えてあるので、集光レンズアレイ410の出射側に配置されている偏光分離プリズムアレイ420に形成されている偏光ビームスプリッタ421A、421Bおよび反射ミラー422A、422Bの寸法もこれに対応させて、中心側のものが周辺側のものに比べて大きな寸法にしてある。

【0066】また、本例の偏光プリズムアレイ410においては、システム光軸Lを中心として幅方向に向けて左右対称な状態で、内部に偏光分離膜423Aが形成された偏光ビームスプリッタ421Aが配置され、これらの両側には、内部に反射膜424Aが形成された反射ミラー422Aが配置されている。さらに、これらの両側には、小寸法の反射ミラー422Bが配置されている。これらの小寸法の反射ミラー422Bに形成されている反射膜424Bは、内側に位置している大きな寸法の反射ミラー422Aの反射膜424Aとは逆方向に傾斜している。この構成の小寸法の反射ミラー422Bの両側には、それぞれ小寸法の偏光ビームスプリッタ421Bが配置されている。これらの偏光ビームスプリッタ421Bに形成されている偏光分離膜423Bも、内側に位置している大きな寸法の偏光ビームスプリッタ421Aの偏光分離膜423Aとは逆方向に傾斜している。

【0067】以上のように、第1のレンズ板3により形成される2次光源像の位置とその大きさに合わせて、集光レンズアレイ410を構成する集光レンズと偏光分離プリズムアレイ420を構成する偏光ビームスプリッタ及び反射ミラーの寸法形状を最適化することにより、光源光の利用効率を一層向上出来ると共に、第2のレンズ板4を小型化できる効果がある。

【0068】(実施例7) 上記の実施例6では、第1のレンズ板3によって形成される2次光源像の大きさに対応させて、第2のレンズ板4の集光レンズアレイ410を構成する各集光レンズの寸法形状を設定している。同様に、偏光分離プリズムアレイ420を構成する各偏光ビームスプリッタおよび反射ミラーの寸法形状を設定している。

【0069】しかし、集光レンズアレイ410を同一寸法形状の集光レンズを用いて構成し、偏光分離プリズムアレイ420を構成している各プリズムの大きさ、すなわち、それらに形成されている偏光ビームスプリッタおよび反射ミラーの寸法形状のみを、2次光源像の大きさに対応させるようにしてもよい。

【0070】図10にはこの構成を備えた偏光照明装置の例を示してある。この図に示す偏光照明装置600は、基本的には、前述した実施例5の変形例である偏光

照明装置300Aと同様な構成となっている。したがって、特徴となっている部分を以下に説明する。

【0071】本例の偏光照明装置600では、第2のレンズ板4を構成している集光レンズアレイ410は、同一形状および同一寸法の集光レンズ416A乃至416Dから構成されている。

【0072】しかるに、偏光分離プリズムアレイ420に形成されている偏光ビームスプリッタおよび反射ミラーの大きさは、形成される2次光源像の大きさに応じて変えてある。すなわち、システム光軸Lの側の中心側では形成される2次光源像が大きいので、それに対応させて、大きな偏光ビームスプリッタ425Aおよび反射ミラー425Bを配置してある。これに対して、システム光軸Lから遠い周辺側では、形成される2次光源像が相対的に小さいので、それに対応させて、相対的に小さな偏光ビームスプリッタ426Aおよび反射ミラー426Bを配置している。

【0073】ここで、第1のレンズ板3を構成している各レンズ314A乃至314D、および第2のレンズ板4の側の集光レンズアレイ410を構成している各集光レンズ416A乃至416Dでは、それらの一部のレンズに偏心系のレンズを使用している。また、前述の実施例5と同様に、光源光軸Rをシステム光軸Lから一定の距離Dだけ平行移動させた配列を採用している。なお、第1のレンズ板3もその中心が光源光軸に一致するように同一の量だけ同一方向に平行移動させてある。

【0074】これらの構成を採用することにより、第1のレンズ板3を介して得られる2次光源像を、偏光ビームスプリッタの部分に形成できるようにしている。

【0075】なお、図10中の距離Dの値、集光レンズ314A乃至314D、および集光レンズ416A乃至416Dのうちのどのレンズを偏心系のものにするのか、また、使用する偏心系のレンズの偏心量をどの程度にするのかといったことは、光学系の設計により左右される事項である。したがって、これらの事項は、一義的には決定されず、個々具体的な装置構成に応じて決定されるべき性質のものである。

【0076】なお、本例では、第2のレンズ板4の側の集光レンズアレイ410を構成している各集光レンズ416A乃至416Dは同心系のレンズを使用している。しかし、上記のように、大きさの異なる偏光ビームスプリッタ425A、426Aに同一形状および同一寸法の集光レンズ416A乃至416Dを貼り合わせてあり、したがって、それらの中心にはずれがある。このために、結果として、これらの同心系の集光レンズ416A乃至416Dは、偏心系のレンズを使用しているのと同等になっている。

【0077】このように偏光照明装置600では、形成される2次光源像の大きさに対応した大きさの集光レンズ416A乃至416Dを備えている。この構成によ

ても、上記の実施例6と同様に、光に利用効率を改善することができる。

【0078】また、本例では、第2のレンズ板4の集光レンズアレイ410が同一形状および同一寸法の集光レンズ416A乃至416Dから構成されている。したがって、集光レンズアレイの作製が容易であるという利点もある。

【0079】（実施例1の偏光照明装置を用いた投写型表示装置）図11には、実施例1ないし6の偏光照明装置のうち、図5に示した偏光照明装置100が組み込まれた投写型表示装置の例を示してある。

【0080】図11に示すように、本例の投写型表示装置3400の偏光照明装置100は、ランダムな偏光光を一方向に射出する光源部2を備え、この光源部2から放射されたランダムな偏光光は、第1のレンズ板3によって集光された状態で第2のレンズ板4の所定の位置に導かれた後、第2のレンズ板4の中の偏光分離プリズムアレイ420により2種類の偏光光に分離される。また、分離された各偏光光のうち、P偏光光についてはλ/2位相差板430によってS偏光光に変換される。

【0081】この偏光照明装置100から射出された光束は、まず、青色緑色反射ダイクロイックミラー3401において、赤色光が透過し、青色光および緑色光が反射する。赤色光は、反射ミラー3402で反射され、第1の液晶ライトバルブ3403に達する。一方、青色光および緑色光のうち、緑色光は、緑色反射ダイクロイックミラー3404によって反射され、第2の液晶ライトバルブ3405に達する。

【0082】ここで、青色光は各色光のうちで最も長い光路長を持つので、青色光に対しては、入射側レンズ3406、リレーレンズ3408および射出側レンズ3410からなるリレーレンズ系で構成された導光手段3450を設けてある。すなわち、青色光は、緑色反射ダイクロイックミラー3404を透過した後、まず、入射側レンズ3406および反射ミラー3407を経て、リレーレンズ3408に導かれ、このリレーレンズ3408に集束された後、反射ミラー3409によって射出側レンズ3410に導かれ、しかる後に、第3の液晶ライトバルブ3411に達する。ここで、第1乃至第3の液晶ライトバルブ3403、3405、3411は、それぞれの色光を変調し、各色に対応した映像情報を含ませた後に、変調した色光をダイクロイックプリズム3413（色合成手段）に入射する。ダイクロイックプリズム3413には、赤色反射の誘電体多層膜と青色反射の誘電体多層膜とが十字状に形成されており、それぞれの変調光束を合成する。ここで合成された光束は、投写レンズ3414（投写手段）を通過してスクリーン3415上に映像を形成することになる。

【0083】このように構成した投写型表示装置3400では、1種類の偏光光を変調するタイプの液晶ライト

バルブが用いられている。したがって、従来の照明装置を用いてランダムな偏光光を液晶ライトバルブに導くと、ランダムな偏光光のうちの半分は、偏光板（図示せず）で吸収されて熱に変わってしまうので、光の利用効率が悪いと共に、偏光板の発熱を抑える大型で騒音が大きな冷却装置が必要であるという問題点があった。しかし本例の装置3400では、かかる問題点が大幅に改善される。

【0084】すなわち、本例の投写型表示装置3400では、偏光照明装置100において、一方の偏光光、例えばP偏光光のみに対して、 $\lambda/2$ 位相差板430によって偏光面の回転作用を与え、他方の偏光光、例えばS偏光光と偏光面が揃った状態とする。それ故、偏光方向の揃った偏光光が第1乃至第3の液晶ライトバルブ3403、3405、3411に導かれるので、偏光板による光吸収は非常に少なく、したがって、光の利用効率が向上し、明るい投写映像を得ることができる。また、偏光板による光吸収量が低減するので、偏光板での温度上昇が抑制される。したがって、冷却装置の小型化、低騒音化を達成でき、高性能な投写型表示装置を実現できる。

【0085】さらに、偏光照明装置100では、第2のレンズ板4において、集光レンズ411の形状に合わせて2種類の偏光光を横方向に分離している。したがって、光量を無駄にすることがなく、横長の矩形形状をした照明領域を形成できる。そのために、偏光照明装置100は、見やすく、かつ、迫力のある映像を投写できる横長の液晶ライトバルブ用に適している。

【0086】先の実施例1に関して説明したように、本例の偏光照明装置100では、偏光変換光学要素を組み入れているにもかかわらず、偏光変換プリズムアレイ420を出射する光束幅の広がりが抑えられている。このことは、液晶ライトバルブを照明する際に、大きな角度を伴って液晶ライトバルブに入射する光が殆どないことを意味している。したがって、Fナンバーの小さい極めて大口径の投写レンズを用いなくても、明るい投写映像を実現できる。

【0087】また、本例では、色合成手段として、ダイクロイックプリズム3413を用いているので、小型化が可能である。また、液晶ライトバルブ3403、3405、3411と投写レンズ3414の間の光路長が短いので、比較的小さな口径の投写レンズを用いても、明るい投写映像を実現できる。また、各色光は、3光路のうちの1光路のみ、その光路長が異なるが、本例では光路長が最も長い青色光に対しては、入射側レンズ3406、リレーレンズ3408および出射側レンズ3410からなるリレーレンズ系で構成した導光手段3450を設けてあるので、色ムラ等が生じない。

【0088】なお、投写型表示装置としては、色合成手段に2枚のダイクロイックミラーを用いたミラー光学系

により構成することもできる。勿論、その場合においても本例の偏光照明装置を組み込むことが可能であり、本例の場合と同様に、光の利用効率に優れた明るい高品位の投写映像を形成できる。

【0089】（その他の実施形態）なお、上記の各実施例においては、偏光分離手段で、例えばP偏光をS偏光に揃えるようにしているが、勿論、偏光方向はいずれの方向に揃えてもよい。また、P偏光光およびS偏光光の双方に対して、位相差層によって偏光面の回転作用を与えて、偏光面を揃えてもよい。

【0090】一方、各実施例では、 $\lambda/2$ 位相差板として一般的な高分子フィルムからなるものを想定している。しかし、これらの位相差板をツイステッド・ネマチック液晶（TN液晶）を用いて構成してもよい。TN液晶を用いた場合には、位相差板の波長依存性を小さくできるので、一般的な高分子フィルムを用いた場合に比べ、 $\lambda/2$ 位相差板の偏光変換性能を向上させることができる。

【0091】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る偏光照明装置では、偏光方向の揃った偏光光を照射領域に照射できる。従って、液晶ライトバルブを用いた投写型表示装置に本発明に係る偏光照明装置を用いた場合には、偏光面が揃った偏光光を液晶ライトバルブに供給できるので、光の利用効率が向上し、投写映像の明るさを向上することができる。また、偏光板による光吸収量が低減するので、偏光板での温度上昇が抑制される。それ故、冷却装置の小型化や低騒音化を実現できる。

【0092】また、本発明では、インテグレート光学系の特徴である微小な2次光源像を生成するというプロセスを利用して偏光光の分離により生ずる空間的な広がりを回避している。したがって、偏光変換素子を備えた光学系であるにもかかわらず、装置寸法を、従来の照明装置と同じ程度の寸法に抑えることができる。

【0093】さらにまた、偏光分離手段として、熱的に安定な誘電体多層膜を備えた偏光ビームスプリッタを用いているので、偏光分離部の偏光分離性能は、熱的に安定である。このため、大きな光出力が要求される投写型表示装置においても常に安定した偏光分離性能を発揮できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る偏光照明装置の光学系を示す概略構成図である。

【図2】図1の第1のレンズ板の斜視図である。

【図3】図1の偏光分離プリズムアレイの斜視図である。

【図4】本発明の実施例2に係る偏光照明装置の光学系を示す概略構成図である。

【図5】本発明の実施例3に係る偏光照明装置の光学系を示す概略構成図である。



19

【図6】本発明の実施例4に係る偏光照明装置の光学系を示す概略構成図である。

【図7】本発明の実施例5に係る偏光照明装置の光学系を示す概略構成図である。

【図8】図7の示す偏光照明装置の変形例を示す概略構成図である。

【図9】本発明の実施例6に係る偏光照明装置の光学系を示す概略構成図である。

【図10】本発明の実施例7に係る偏光照明装置の光学系を示す概略構成図である。

【図11】図5の偏光照明装置が組み込まれた投写型表示装置の一例を示す光学系の概略構成図である。

#### 【符号の説明】

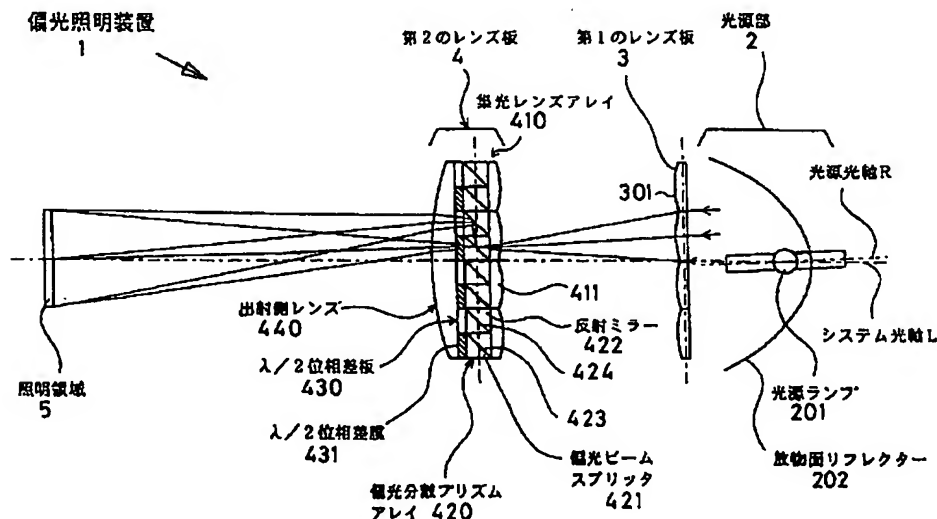
1、10、100、200、300、300A、400、500、600 偏光照明装置  
 2 光源部  
 3 第1のレンズ板  
 301 矩形集光レンズ  
 310、311、312、314A～314D 矩形集光レンズ  
 4 第2のレンズ板  
 410 集光レンズアレイ  
 411、412、413 集光レンズ  
 414 集光ハーフミラー  
 415 偏心系の集光レンズ  
 416、416A～416D 集光レンズ  
 420 偏光分離プリズムアレイ

20

421、421A、421B、425A、426A 偏光ビームスプリッタ  
 422、422A、422B、425B、426B 反射ミラー  
 423、423A、423B 偏光分離膜  
 424、424A、424B 反射膜  
 430  $\lambda/2$ 位相差板  
 440 出射側レンズ  
 5 照明領域  
 6 変角プリズム  
 3400 投写型表示装置  
 3401 青色緑色反射ダイクロイックミラー  
 3402 反射ミラー  
 3403 液晶ライトバルブ  
 3404 ダイクロイックミラー  
 3405 液晶ライトバルブ3405  
 3406 入射側レンズ  
 3407 反射ミラー  
 3408 リレーレンズ  
 3450 導光手段  
 3410 出射側レンズ  
 3409 反射ミラー  
 3411 液晶ライトバルブ  
 3413 ダイクロイックプリズム  
 3414 投写レンズ（投写手段）  
 3415 スクリーン

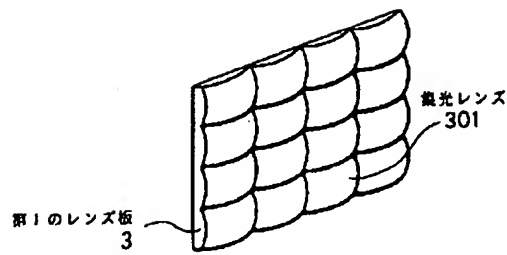
【図1】

（実施例1）

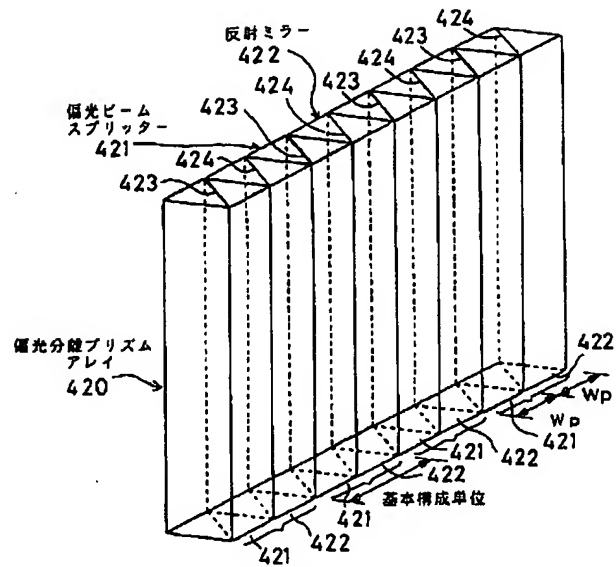




【図2】

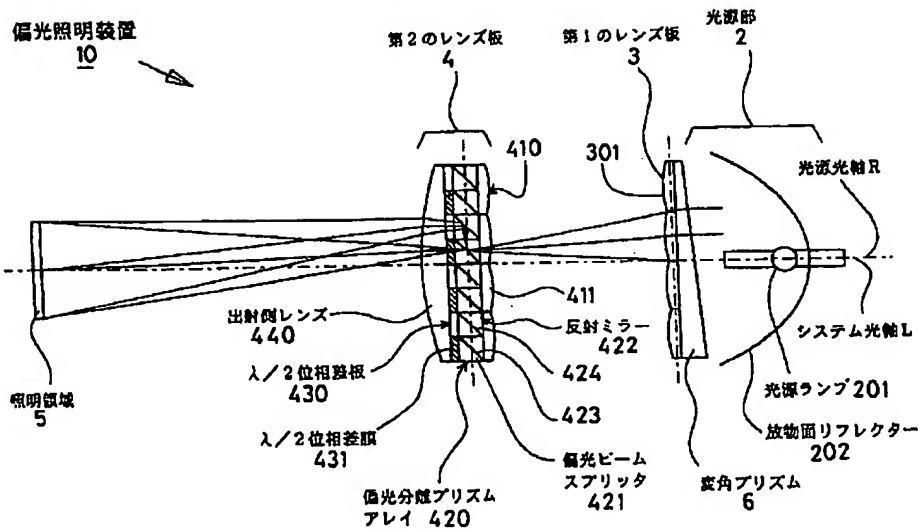


【図3】



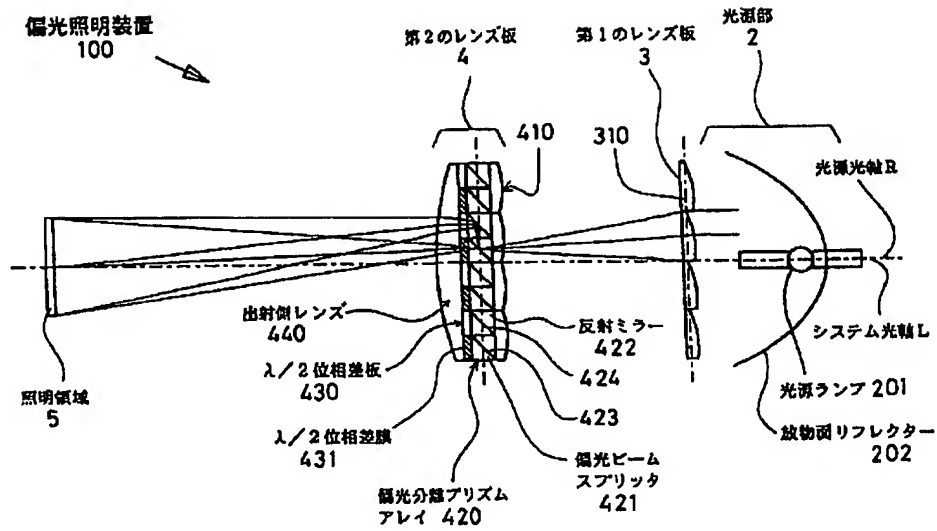
【図4】

(実施例2)



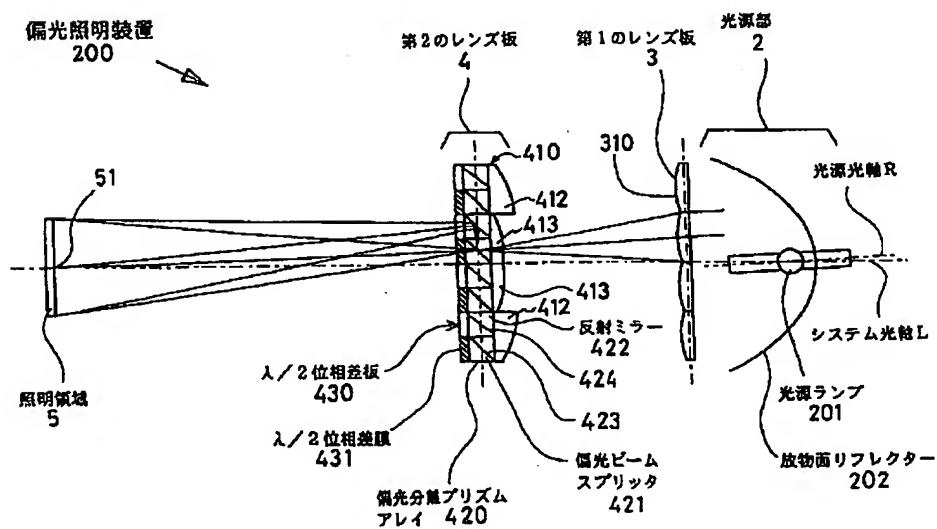
【図5】

(実施例3)



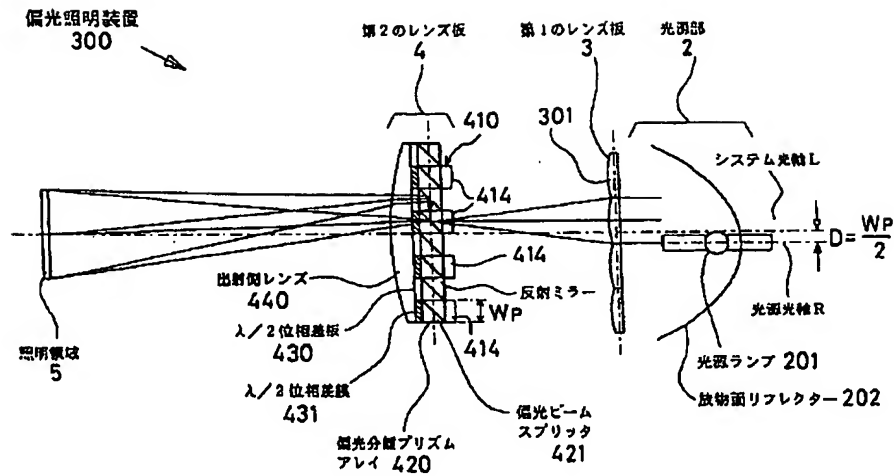
【図6】

(実施例4)



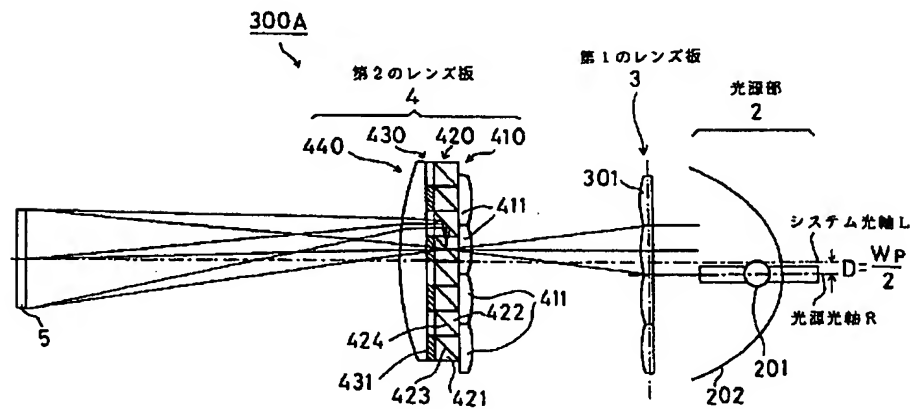
【図7】

(実施例5)



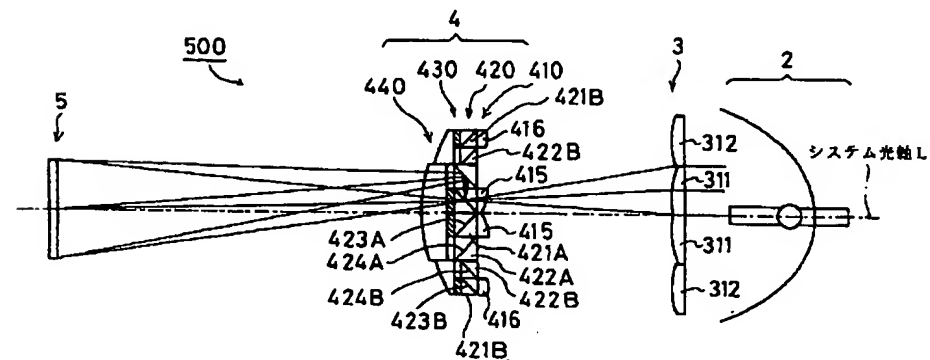
【図8】

(実施例5の変形例)



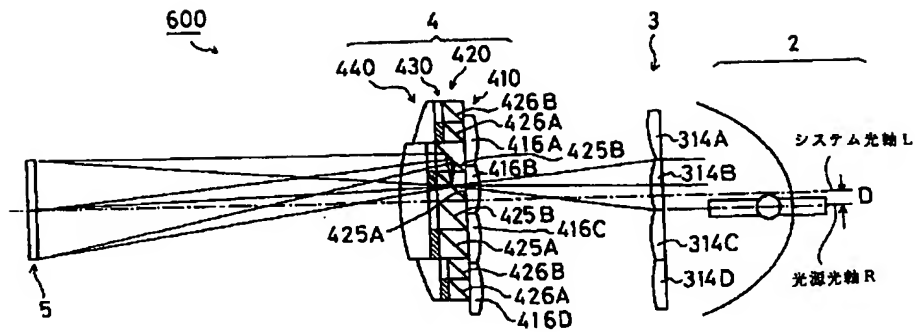
【図9】

(実施例6)



【図10】

(実施例7)



【図11】

